

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-081641  
 (43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/136  
 G02F 1/1337  
 G02F 1/1343  
 G09F 9/35

(21)Application number : 10-374731

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 28.12.1998

(72)Inventor : YOSHIDA HIDESHI  
 NAKANISHI YOHEI  
 SASABAYASHI TAKASHI  
 TASAKA YASUTOSHI

(30)Priority

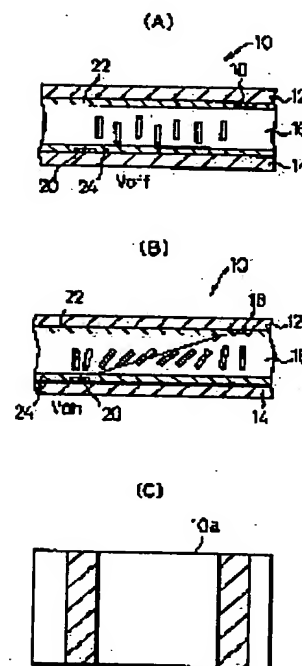
Priority number : 10175978 Priority date : 23.06.1998 Priority country : JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device driven by an electric field in a lateral direction which can precisely control behavior of liquid crystal with respect to the liquid crystal display.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device is provided with first and second substrates 12, 14 opposing each other, a liquid crystal layer 16 enclosed between the first and second substrates, a first electrode 18 provided on the first substrate and a second electrode 20 provided on the second substrate at a position shifted in a direction parallel with planes of the substrates with respect to the first electrode. In the construction, liquid crystal in the liquid crystal layer is vertically aligned and its dielectric anisotropy is positive.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

- [Claim 1] The substrate with which the 1st and the 2nd counter, and the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, It is the liquid crystal display which the 1st electrode prepared in this 1st substrate and this 2nd substrate are equipped with the 2nd electrode prepared in the location shifted in the direction where this 1st electrode is parallel to a substrate side, and perpendicular orientation of the liquid crystal of this liquid crystal layer is carried out to them, and is characterized by the dielectric constant anisotropy of liquid crystal being forward at them.
- [Claim 2] The liquid crystal display according to claim 1 characterized by prolonging these 1st and 2nd electrodes in the shape of a straight line for a long time partially at least.
- [Claim 3] The liquid crystal display according to claim 1 characterized by the electrode of the substrate with which one side of these 1st and 2nd substrates has the Black matrix and a color filter, and has this black matrix and a color filter consisting of this a part of black matrix.
- [Claim 4] one side of these 1st and 2nd electrodes -- a solid electrode -- it is -- a color filter -- this -- the liquid crystal display according to claim 1 characterized by the part which it is formed on a transparent solid electrode, and this color filter has a slit, and was exposed from this slit of this solid electrode serving as one side of these 1st and 2nd electrodes.
- [Claim 5] The liquid crystal display according to claim 1 characterized by preparing the 3rd electrode in one side of these 1st and 2nd substrates so that it may have one side of these 1st and 2nd electrodes, and common potential.
- [Claim 6] This 3rd electrode is a liquid crystal display according to claim 5 characterized by being formed so that it may lap with one side of these 1st and 2nd electrodes partially at least.
- [Claim 7] The electrode which one side of these 1st and 2nd substrates has a gate line and a data line, and was prepared in another side of these 1st and 2nd substrates is a liquid crystal display according to claim 1 characterized by being formed in a pixel.
- [Claim 8] It is the liquid crystal display according to claim 1 characterized by for one side of these 1st and 2nd substrates having had a gate line, a data line, and TFT, having connected one side of these 1st and 2nd electrodes to this source electrode of TFT, having extended on the next gate line, and forming auxiliary capacity.
- [Claim 9] The substrate with which the 1st and the 2nd counter, and the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, It has the 1st electrode prepared in this 1st substrate, and the 2nd electrode prepared in the location shifted to this 2nd substrate in the direction where this 1st electrode is parallel to a substrate side. It is the liquid crystal display which one side of these 1st and 2nd substrates has a gate line, a data line, and TFT, and is characterized by one side of these 1st and 2nd electrodes consisting of a part connected to the gate line.
- [Claim 10] Another side of these 1st and 2nd electrodes is a liquid crystal display according to claim 9 characterized by driving liquid crystal by the electric field which are connected to the source electrode of TFT and formed between the 1st and 2nd electrodes, using the electrode which consists of a part connected to this gate line as a common electrode.
- [Claim 11] There are the 1st and 2nd adjoining gate lines, and the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line is prolonged to 2nd near the gate line in a data line top. It is formed in the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line. TFT -- this -- The electrode connected to this source electrode is in the opposite side with the 1st gate line mainly about the 2nd gate line. The electrode connected to this source electrode is a liquid crystal display according to claim 10 characterized by connecting with TFT formed in the point of the electrode which consists of a part

connected to the 1st gate line across the 2nd gate line.

[Claim 12] There are the 1st and 2nd adjoining gate lines, and the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line is prolonged to 2nd near the gate line in a data line top. TFT -- this -- it forms in the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line -- having -- this -- the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line as the part for TFT formation, and the part for electric-field formation -- two forks -- the liquid crystal display according to claim 10 characterized by being formed in a \*\*.

[Claim 13] The substrate with which the 1st and the 2nd counter, and the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, The liquid crystal display characterized by having the 1st and 2nd electrodes prepared in the location where spacing was mutually opened in one side of these 1st and 2nd substrates, and the distance from a substrate side differed, and forming slanting electric field between these 1st and 2nd electrodes.

[Claim 14] This liquid crystal is a liquid crystal display according to claim 13 characterized by carrying out perpendicular orientation and driving by slanting electric field.

[Claim 15] The substrate with which the 1st and the 2nd counter, and the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, It has the 1st electrode prepared in this 1st substrate, and the 2nd electrode prepared in this 2nd substrate. This 1st electrode and this 2nd electrode are a liquid crystal display which consists of two or more parallel electrode elements in 1 pixel, and is characterized by at least the electrode width of face of the electrode element of this electrode and one side of inter-electrode spare time being un-uniform.

[Claim 16] this -- the liquid crystal display according to claim 15 characterized by one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode being parallel or perpendicular to a data bus line.

[Claim 17] this -- the liquid crystal display according to claim 15 with which one [ at least ] electrode all [ some or ] of all of the 1st and this 2nd electrode are characterized by not being parallel to a data bus line.

[Claim 18] this -- the liquid crystal display according to claim 15 characterized by one [ at least ] all [ a part or ] of all [ of the 1st and this 2nd electrode ] of an electrode element changing to discontinuity.

[Claim 19] this -- the liquid crystal display according to claim 15 characterized by one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode being stair-like.

[Claim 20] this -- the liquid crystal display according to claim 15 characterized by both the electrode elements of the 1st and this 2nd electrode being stair-like, and the direction where electrode width of face narrows being the same.

[Claim 21] this -- the liquid crystal display according to claim 15 characterized by one electrode element of the 1st and this 2nd electrode crossing by at least one point to the electrode element of another side.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a liquid crystal display. Especially this invention relates to the liquid crystal display which forms electric field in the direction almost parallel to a substrate side, and is made to turn a liquid crystal molecule on and off, in order to realize the liquid crystal display which was excellent in the viewing-angle property.

[0002]

[Description of the Prior Art] The liquid crystal display which forms electric field in the direction almost parallel to a substrate side, and is made to turn a liquid crystal molecule on and off is also called a horizontal electric-field drive mold liquid crystal display. In a horizontal electric-field drive mold liquid crystal display, one substrate of the substrates of the pair which pinches liquid crystal has the 1st electrode and 2nd electrode, and electric field are formed toward the 2nd electrode from the 1st electrode. Such a liquid crystal display is indicated by JP,7-36058,A.

[0003] The liquid crystal of a level orientation mold is used in a horizontal electric-field drive mold liquid crystal display. Orientation of the liquid crystal is carried out in the 1st direction in parallel with a substrate side at first, and if an electrical potential difference is impressed, it will come to carry out orientation of the liquid crystal in the 2nd direction rotated from the 1st direction in parallel with a substrate side. That is, if an electrical potential difference is impressed, it is going to locate a liquid crystal molecule in a line in parallel with the electric field formed in inter-electrode [ 1st and 2nd ]. Since a motion of a liquid crystal molecule takes place in a flat surface parallel to a substrate side, a viewing-angle property does not get worse like a TN liquid crystal, but a liquid crystal display with a large viewing-angle property is realized.

[0004] JP,7-159807,A is indicating the modification of a horizontal electric-field drive mold liquid crystal display. In this liquid crystal display, one substrate of the substrates of the pair which pinches liquid crystal has the 1st electrode, and the substrate of another side has the 2nd electrode and is arranged at the physical relationship shifted in the direction where the 1st electrode and 2nd electrode are parallel to a substrate side. In this case, the 1st and 2nd substrates are mutually prolonged in band-like [ of width of face small in parallel ]. The flat surface containing the 1st electrode and 2nd electrode becomes slanting to a substrate side, and slanting electric field are formed. However, since the distance between the 1st electrode and the 2nd electrode is quite large compared with the thickness of a liquid crystal layer, it can be said that the flat surface containing the 1st electrode and 2nd electrode is almost parallel to a substrate side. Therefore, also in this case, the liquid crystal of a level orientation mold is used and the behavior of liquid crystal is the same with having described above.

[0005] JP,10-48671,A is indicating the liquid crystal display driven by slanting electric field. Both the pixel electrode and the common electrode are formed in the shape of a ctenidium, and each of a pixel electrode and a common electrode consists of two or more parallel linear electrode elements.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the horizontal electric-field drive mold liquid crystal display with which the 1st and 2nd electrodes were formed in one substrate, although electric field are formed toward the 2nd electrode from the 1st electrode, the reinforcement of electric field is strong at a substrate side with an electrode, and becomes weak by the substrate side without an electrode. Therefore, when an electrical potential difference is impressed, the orientation of liquid crystal may not become homogeneity between the 1st and 2nd substrates, but disclination may arise in a pixel. Moreover, when an electrode is only in one substrate and there is no electrode in the substrate of another side, the orientation film of a substrate without an electrode may be covered with static electricity.

[0007] In the case of the horizontal electric-field drive mold liquid crystal display with which the 1st substrate has the 1st electrode and the 2nd substrate has the 2nd electrode, the problem of static electricity is solved. However, electric field are aslant formed in a substrate side from the 1st electrode in fact to the 2nd electrode. For this reason, it will take action aslant for the liquid crystal of a level orientation mold to become electric field and parallel, when an electrical potential difference is impressed, rotating. However, while the liquid crystal of a level orientation mold rotates, it may be difficult to start aslant, and the behavior of liquid crystal may be confused.

[0008] Furthermore, in a horizontal electric-field drive mold liquid crystal display, it becomes the configuration that at least one side of the 1st electrode and the 2nd electrode is prepared in a pixel, and a numerical aperture becomes small in many cases. Then, arrangement of the electrode which can perform a display large a numerical aperture and bright is called for. An electrical potential difference which is different in each electrode on two substrates which constitute a liquid crystal panel is impressed, and by the slanting electric-field method which drives liquid crystal, when the location gap between two substrates arises, there is a problem that the gap between the electrode of one substrate and the electrode of the substrate of another side changes, and an electrical-potential-difference-permeability property changes. Therefore, the lamination precision of two substrates is very severe, and is very small. [ of a manufacture margin ]

[0009] The purpose of this invention is offering the liquid crystal display of the horizontal electric-field drive mold which can control the behavior of liquid crystal correctly. Other purposes of this invention are offering the liquid crystal display of the horizontal electric-field drive mold which can perform a display large a numerical aperture and bright. Other purposes of this invention are offering a liquid crystal display whose change of an electrical-potential-difference-permeability property is small, even if the location gap between two substrates arises.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal layer by which the liquid crystal display by this invention was enclosed between the substrate with which the 1st and the 2nd counter, and these 1st and 2nd substrates, It has the 1st electrode prepared in this 1st substrate, and the 2nd electrode prepared in the location shifted to this 2nd substrate in the direction where this 1st electrode is parallel to a substrate side, perpendicular orientation of the liquid crystal of this liquid crystal layer is carried out, and it is characterized by the dielectric constant anisotropy of liquid crystal being forward.

[0011] With this configuration, the 1st electrode is prepared in the 1st substrate, and the 2nd electrode is prepared in the 2nd substrate and arranged in the location shifted in the direction where the 1st electrode and 2nd electrode are parallel to a substrate side. Therefore, if an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode and the 2nd electrode, slanting electric field will be formed between the 1st electrode and the 2nd electrode. Perpendicular orientation of the liquid crystal molecule is carried out. Liquid crystal has the anisotropy of a forward dielectric constant. Therefore, since electric field are slanting, it will incline in the direction where the inclination of a liquid crystal molecule is also parallel to this slanting electric field. Orientation which does not have disclination in an electrical-potential-difference impression condition is realized by this. When this disclination does not exist, the part at which elastic energy stops is lost and reduction of a threshold electrical potential difference is also realized.

[0012] Preferably, this liquid crystal consists of blend liquid crystal containing either [ at least ] the liquid crystal of a fluorine system, or the liquid crystal of cyano \*\*. These 1st and 2nd electrodes are partially prolonged in the shape of a straight line for a long time at least. These a part of 1st and 2nd electrodes [ at least ] are mutually parallel. The electrode of the substrate with which one side of these 1st and 2nd substrates has a black matrix and a color filter, and has this black matrix and a color filter consists of this a part of black matrix. This black matrix is established in contact with the substrate. A color filter has the slit formed in the location of the electrode which a black matrix forms.

[0013] one side of these 1st and 2nd electrodes -- a solid electrode -- it is -- a color filter -- this -- it is formed on a transparent solid electrode, and this color filter has a slit and the part exposed from this slit of this solid electrode serves as one side of these 1st and 2nd electrodes. The 3rd electrode is prepared in one side of these 1st and 2nd substrates so that it may have one side of these 1st and 2nd electrodes, and common potential.

[0014] This 3rd electrode is formed so that it may lap with one side of these 1st and 2nd electrodes partially at least. One side of these 1st and 2nd substrates has a gate line and a data line, and the electrode prepared in another side of these 1st and 2nd substrates is formed so that a data line may be covered. One side of these 1st and 2nd electrodes was protruded into bearing which goes to a pixel from the data line in the field, and

has covered the data line.

[0015] One side of these 1st and 2nd substrates has a gate line and a data line, and one side of these 1st and 2nd electrodes approaches either a gate line or a data line, and it is formed. One side of these 1st and 2nd substrates has a gate line and a data line, and the electrode prepared in another side of these 1st and 2nd substrates is formed in the pixel.

[0016] One side of these 1st and 2nd substrates has a gate line, a data line, and TFT, and it connected with this source electrode of TFT, and one side of these 1st and 2nd electrodes is prolonged on the next gate line, and forms auxiliary capacity. The substrate with which, as for the liquid crystal display by other descriptions of this invention, the 1st and the 2nd counter, The liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, and the 1st electrode prepared in this 1st substrate, It has the 2nd electrode prepared in the location shifted in the direction where this 1st electrode is parallel to a substrate side at this 2nd substrate, one side of these 1st and 2nd substrates has a gate line, a data line, and TFT, and one side of these 1st and 2nd electrodes consists of a part connected to the gate line.

[0017] Using the electrode which consists of a part connected to this gate line preferably as a common electrode, it connects with the source electrode of TFT and another side of these 1st and 2nd electrodes drives liquid crystal by the electric field formed between the 1st and 2nd electrodes. There are the 1st and 2nd adjoining gate lines, and the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line is prolonged to 2nd near the gate line in a data line top. It is formed in the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line. TFT -- this -- The electrode connected to this source electrode is in the opposite side with the 1st gate line mainly about the 2nd gate line. The electrode connected to this source electrode is connected to TFT formed in the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line across the 2nd gate line.

[0018] There are the 1st and 2nd adjoining gate lines, and the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line is prolonged to 2nd near the gate line in a data line top. TFT -- this -- it forms in the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line -- having -- this -- the point of the electrode which consists of a part connected to the 1st gate line -- as the part for TFT formation, and the part for electric-field formation -- two forks -- it is formed in the \*\*.

[0019] The electrode connected to this source electrode contains the part which laps with a gate line. the gate line located in the other side of the gate line where the electrode connected to this source electrode is located in the one side of a pixel, and a pixel -- even if few, the part which laps with one side is included. The substrate with which, as for the liquid crystal display by other descriptions of this invention, the 1st and the 2nd counter, It has the 1st and 2nd electrodes prepared in the location where spacing was mutually opened in the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, and one side of these 1st and 2nd substrates, and the distance from a substrate side differed, and is characterized by forming slanting electric field between these 1st and 2nd electrodes.

[0020] Preferably, perpendicular orientation of this liquid crystal is carried out, and it is driven by slanting electric field. The anisotropy of the dielectric constant of liquid crystal is forward. These 1st and 2nd electrodes are partially prolonged in the shape of a straight line for a long time at least. These a part of 1st and 2nd electrodes [ at least ] are mutually parallel. One side of these 1st and 2nd electrodes is formed on an insulating layer and a semi-conductor layer, and another side of these 1st and 2nd electrodes is formed on these 1st and 2nd substrates.

[0021] It is at least 0.3 to the direction where this 1st electrode and this 2nd electrode are perpendicular to a substrate side. mum It is separated and formed. Furthermore, it is at least 0.6 to the direction where this 1st electrode and this 2nd electrode are perpendicular to a substrate side. mum It is separated and formed. The thickness of an insulating layer and a semi-conductor layer is 0.3. mum It is above. Furthermore, the thickness of an insulating layer and a semi-conductor layer is 0.6 micrometers. It is above.

[0022] The liquid crystal display twisted for being based on other descriptions of this invention The substrate with which the 1st and the 2nd counter, and the liquid crystal layer enclosed between these 1st and 2nd substrates, It has the 1st electrode prepared in this 1st substrate, and the 2nd electrode prepared in this 2nd substrate. This 1st electrode and this 2nd electrode consist of two or more parallel electrode elements in 1 pixel, and it is characterized by at least the electrode width of face of this electrode element and one side of inter-electrode spare time being un-uniform.

[0023] Preferably, at least the electrode width of face of one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode and one side of inter-electrode spare time are un-uniform. Either [ at least ] the 1st or this 2nd electrode is formed in the shape of a ctenidium. Moreover, one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode is parallel or perpendicular to a data bus line. Preferably, the electrode width of face of



one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode is fixed, and its inter-electrode spare time is un-uniform. Or the inter-electrode spare time of one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode is fixed, and is un-uniform. [ of electrode width of face ]

[0024] Moreover, one [ at least ] electrode all [ some or ] of not all of the 1st and this 2nd electrode are parallel to a data bus line. Or one electrode element of the 1st and this 2nd electrode is parallel to a bus line, and the electrode element of another substrate has a bus line and a certain include angle. Or one [ at least ] all [ a part or ] of all [ of the 1st and this 2nd electrode ] of an electrode element changes to discontinuity.

[0025] Moreover, one [ at least ] electrode element of the 1st and this 2nd electrode is stair-like. In this case, both the electrode elements of the 1st and this 2nd electrode can be stair-like, and the direction where electrode width of face narrows can also be the same. Or the stage is mutually shifted by one electrode element of the 1st and this 2nd electrode to the electrode element of another side. Or one electrode element of the 1st and this 2nd electrode can cross by at least one point to the electrode element of another side.

[0026] The liquid crystal molecule is carrying out orientation to parallel with the substrate at the time of no electrical-potential-difference impressing. Or the liquid crystal molecule is carrying out orientation to the substrate and the perpendicular at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the principle configuration of this invention. Drawing 1 (A) shows a liquid crystal display when not impressing the electrical potential difference, drawing 1 (B) shows a liquid crystal display when impressing the electrical potential difference, and drawing 1 (C) shows the 1-pixel display when impressing the electrical potential difference. A liquid crystal display 10 is equipped with the liquid crystal layer 16 enclosed between the transparent glass substrates 12 and 14 with which the 1st and the 2nd counter, and the 1st and 2nd substrates 12 and 14 in drawing 1.

[0028] The 1st electrode 18 is formed in the 1st substrate 12, and the 2nd electrode 20 is formed in the 2nd substrate 14. The 1st electrode 18 and 2nd electrode 20 are prolonged in the shape of a straight line for a long time in the direction perpendicular to the space of drawing 1. The 2nd electrode 20 does not have the thing with the 1st 18 electrode lapped mutually (or it faces), and is prepared in the location shifted in the direction parallel to a substrate side. In the example, the 1st electrode 18 is a common electrode and the 2nd electrode 20 is a pixel electrode.

[0029] Perpendicular orientation of the liquid crystal of the liquid crystal layer 16 is carried out. The dielectric constant anisotropy of liquid crystal is forward. Furthermore, the orientation film 22 and 24 is formed in the 1st and 2nd substrates 12 and 14, respectively. The orientation film 22 and 24 is orientation film of a perpendicular orientation mold. The perpendicular orientation film made from polyimide by Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. can be used for the perpendicular orientation film 22 and 24. The liquid crystal of the forward dielectric constant anisotropy of Merck Co. can be used for liquid crystal. Liquid crystal consists of blend liquid crystal containing either [ at least ] the liquid crystal of a fluorine system, or the liquid crystal of cyano \*\*.

[0030] Therefore, as shown in drawing 1 (A), while not impressing the electrical potential difference, orientation of the liquid crystal molecule is carried out almost perpendicularly to a substrate side. If an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode 18 and the 2nd electrode 20 as shown in drawing 1 (B), the electric field which face to the 1st electrode 18 from the 2nd electrode 20 as shown by the arrow head will be formed. Although electric field are aslant formed to a substrate side, the distance between the 1st electrode 18 and the 2nd electrode 20 is quite large compared with the thickness of the liquid crystal layer 16. therefore, the inclination of the flat surface containing the 1st electrode 18 and 2nd electrode 20 is boiled comparatively, and it is small and it can be mostly considered to a substrate side that it is parallel. Therefore, this liquid crystal display 10 can be considered to be a kind of a longitudinal direction electric-field drive mold liquid crystal display. In addition, the electric field aslant formed to a substrate side are called slanting electric field here.

[0031] If an electrical potential difference is impressed, orientation of the liquid crystal molecule which carries out orientation perpendicularly and has the anisotropy of a forward dielectric constant will be carried out so that it may become parallel to slanting electric field. Many liquid crystal molecules in 1 pixel shift to drawing 1 (B) very smoothly from the condition of drawing 1 R> 1 (A), and they carry out orientation stably so that it may become parallel to slanting electric field. Therefore, as shown in drawing 1 (C), 1-pixel field 10a of a liquid crystal display 10 can realize the bright display without disclination.

[0032] Drawing 2 is drawing showing the example of a comparison of the liquid crystal display of drawing 1. In drawing 2, the 1st electrode 18a and 2nd electrode 20a are prepared only in the 2nd substrate 14. The liquid crystal layer 16 contains the liquid crystal which is a perpendicular orientation mold and has the

anisotropy of a forward dielectric constant. Therefore, if an electrical potential difference is impressed, orientation of the liquid crystal molecule will be carried out so that it may become parallel to horizontal electric field, as shown by the arrow head. However, the liquid crystal molecule located in the pars intermedia between [ of two ] electrode 18a and 20a is indefinite in whether it follows whether it follows in the direction of orientation of the liquid crystal molecule by the side of the right end section in the direction of orientation of the liquid crystal molecule by the side of the left end section, and the orientation of liquid crystal becomes unstable. Therefore, as shown in drawing 2 (C), Disclination D arises in the center section of 1-pixel field 10b of a liquid crystal display.

[0033] Moreover, in the configuration of drawing 1, when a liquid crystal molecule has the anisotropy of a negative dielectric constant, it comes to carry out orientation of the liquid crystal molecule perpendicularly to electric field. This is similar to the orientation of the liquid crystal molecule located in the pars intermedia of drawing 2 (B). In this case, perpendicular orientation of most liquid crystal molecules is carried out, and they cannot realize a bright display. In the example of drawing 1, orientation which does not have disclination in an electrical-potential-difference impression condition is realized. When there is no disclination, the part at which elastic energy stops is lost and reduction of a threshold electrical potential difference is also realized.

[0034] Drawing 3 is drawing showing the example of change of the configuration of drawing 1. Drawing 3 (A) shows a liquid crystal display when not impressing the electrical potential difference, drawing 3 (B) shows a liquid crystal display when impressing the electrical potential difference, and drawing 3 (C) shows the 1-pixel display when impressing the electrical potential difference. A liquid crystal display 10 is equipped with the liquid crystal layer 16 enclosed between the transparent glass substrates 12 and 14 with which the 1st and the 2nd counter, and the 1st and 2nd substrates 12 and 14 in drawing 3.

[0035] The 1st electrode 18 is formed in the 1st substrate 12, and the 2nd electrode 20 and 3rd electrode 26 are prepared in the 2nd substrate 14. The 1st electrode 18, 2nd electrode 20, and 3rd electrode 26 are prolonged in the shape of a straight line for a long time in the direction perpendicular to the space of drawing 3. In the 1st electrode 18, the 2nd electrode 20 is formed in the location shifted in the direction parallel to a substrate side, without lapping mutually. The 3rd electrode 26 is formed in the location which laps with the 1st electrode 18 (or it faces). In drawing 3, the 1st electrode 18 and 3rd electrode 26 are a common electrode, and the 2nd electrode 20 is a pixel electrode. Perpendicular orientation of the liquid crystal of the liquid crystal layer 16 is carried out, and the dielectric constant anisotropy of liquid crystal is forward. Furthermore, the perpendicular orientation film 22 and 24 is formed in the 1st and 2nd substrates 12 and 14, respectively.

[0036] Therefore, as shown in drawing 3 (A), while not impressing the electrical potential difference, orientation of the liquid crystal molecule is carried out almost perpendicularly to a substrate side. If an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode 18 and the 2nd electrode 20 and between the 3rd electrode 26 and the 2nd electrode 20 as shown in drawing 3 (B), as shown by the arrow head, the electric field which face to the 1st electrode 18 and 3rd electrode 26 will be formed from the 2nd electrode 20.

[0037] Thus, by using together slanting electric field and horizontal electric field, the orientation of the liquid crystal molecule located especially in pars intermedia comes to be stabilized, and as shown in drawing 3 (C), 1-pixel field 10a of a liquid crystal display 10 can realize the bright display without disclination. Moreover, driver voltage can be fallen now. Drawing 4 is the sectional view showing the example which made the configuration of drawing 1 the detail. The 1st substrate 12 is a color filter substrate which has a color filter 28 and the black matrix 30. A color filter 28 contains red pixel 28R, pixel 28G [ green ], and blue pixel 28B. The 1st electrode 18 is constituted by the part prolonged in the shape of a straight line for a long time in the direction perpendicular to the space of the black matrix 30.

[0038] The black matrix 30 is formed in contact with the 1st substrate 12 with metals, such as chromium. Although a color filter 28 is formed on the black matrix 30, in order to make an electrical potential difference easy to impress to liquid crystal, a slit is opened in the part of the black matrix 30 by which a color filter 28 is equivalent to the 1st electrode 18, and there is no color filter layer on the 1st electrode 18. The part the orientation film 22 seems to have projected upwards is a part of the slit of a color filter 28.

[0039] The 2nd substrate 14 is a TFT substrate in which TFT (not shown) was formed. A TFT substrate forms TFT in the intersection of the gate line (scan line) and data line which are prolonged in the shape of a grid. TFT contains the gate electrode connected to a gate line, the drain electrode connected to a data line, and a source electrode. With a source electrode, the 2nd electrode 20 extends a source electrode and is formed. The data line 32 is also visible to drawing 4. A data line 32 has the 1st electrode 18 caudad, and



there is the 2nd electrode 20 in the middle of the 1st two electrode 18. Thus, the 1st electrode 18 is a common electrode and the 2nd electrode 20 turns into a pixel electrode.

[0040] Drawing 5 is drawing showing the modification of the example of drawing 4. The solid electrode 34 of ITO is formed in the 1st substrate 12 which is a color filter substrate in this example. The color filter 28 is formed on the solid electrode 34 of ITO. The part of ITO which a slit is formed in a color filter 28 and forms the 1st electrode 18 like the example of drawing 4 is exposed from the slit. the part of the solid electrode 34 of ITO which looks a color filter 28 like [ 1-2 micrometers ] comparatively, and is covered with the color filter 28 since it is thick does not contribute to driving liquid crystal. Moreover, the configuration of drawing 4 and drawing 5 is fully committed also as a cure against static electricity.

[0041] Drawing 6 and drawing 7 show the application of the example of drawing 4. TFT38 is formed in the intersection of the gate line 36 and a data line 32. TFT38 is prolonged in parallel with a data line 32 through part I part 20b to which the 2nd electrode 20 extends from the source electrode 44 to the pars intermedia of a pixel in parallel with the gate line 36 including the gate electrode 40, the drain electrode 42, and the source electrode 44. Thus, the 2nd electrode 20 is arranged in the center of a pixel.

[0042] The 1st electrode 18 was formed of the black matrix 30, and TFT38 was covered and it is prolonged above the data line 32 more broadly than a data line 32. The 1st electrode 18 has lapped with the data line 32 with Margin m, and prevents the effect of the electric field generated from a data line 32 by this. That is, although the field in which the orientation of liquid crystal is in disorder with the electric field formed between the 1st electrode 18 and a data line 32 is made, since it is covered with the 1st electrode 18, a display is not influenced. The color filter 28 is omitted.

[0043] Drawing 8 and drawing 9 show the modification of the example of drawing 6 and drawing 7. In this example, the 2nd electrode 20 is prolonged in parallel with a data line 32 through part I part 20b prolonged from the source electrode 44 to the pars intermedia of a pixel in parallel with the gate line 36, and has part II part 20c which laps with the gate line 36 further and is prolonged. Thus, the 2nd electrode 20 forms the Cs-on-Gate structure of offering the auxiliary capacity to liquid crystal while acting like a front example.

[0044] Drawing 10 and drawing 11 are the modifications of the example of drawing 8 and drawing 9, and are drawing showing the example which increased the pixel number of partitions. In this example, the 2nd electrode 20 is prolonged by two in parallel with a data line 32 from part I part 20b prolonged to the pars intermedia of a pixel in parallel with the source electrode 44 to the gate line 36. Furthermore, while the 1st electrode 18 is in both the outsides of the 2nd two electrodes 20, the 1st electrode 18 is added in the middle of the 2nd two electrodes 20. Thus, two or more formation of the electric field which face to the 1st electrode 18 from the 2nd electrode 20 is carried out in a shorter pitch. It is also possible to carry out a pixel more than quadrisection.

[0045] Drawing 12 and drawing 13 are the modifications of the example of drawing 10 and drawing 11, and are drawing showing the example which lengthened the gate line and formed TFT at the tip. The gate line 36 has extension 36a caudad lengthened with the drawing along with the data line 32, and a data line 32 is formed on extension 36a of the gate line 36 through an insulating layer 46. TFT38 is formed at the tip of lower part extension 36a of the gate line 36.

[0046] Furthermore, the 2nd electrode 20 is connected to TFT38 located up with a drawing. That is, the 2nd electrode 20 has the 20d of the 3rd part caudad prolonged for a while from the source electrode of TFT38 located up, is set to part I part 20b which bends on the right and is prolonged along the gate line 36, and becomes two articles like a front example, and is prolonged caudad. Part I part 20b prolonged along the gate line 36 of the 2nd electrode 20 laps with the gate line 36, and is formed. Therefore, although the numerical aperture was reduced since part I part 20b was prolonged inside the pixel rather than the gate line 36 in the front example, in this example, a numerical aperture becomes high. Moreover, part I part 20b and part II part 20c lap with the gate line 36, and form auxiliary capacity.

[0047] Drawing 14 and drawing 15 are the modifications of the example of drawing 6 and drawing 7, and are drawing showing the example which uses together slanting electric field and horizontal electric field. The 1st electrode 18 and 2nd electrode 20 are formed almost like the example of drawing 6 R> 6 and drawing 7. The 3rd electrode 26 same with having been shown in drawing 3 is formed in the shape of [ square ] a frame. The 3rd electrode 26 is formed in the same layer as the gate line 36. The 3rd electrode 26 is made into the 1st electrode 18 and same electric potential. Thus, although there is a problem that structure becomes complicated and a numerical aperture also falls when the 2nd electrode 20 and 3rd electrode 26 are prepared in a TFT substrate side, the work which covers the electric field from a data line is large. Moreover, the lapping part of part I part 20b of the 2nd electrode 20 and part II part 20c, and the 3rd electrode 26 forms auxiliary capacity. In addition, it cannot be overemphasized that it is placed between the

parts with which these electrodes lap by the insulating layer.

[0048] Drawing 16 and drawing 17 are the modifications of the example of drawing 14 and drawing 15, and are drawing showing the example which added the 3rd electrode 26 in the center of a pixel. In this case, the 2nd electrode 20 has those with two articles, the 1st electrode 18, and the three articles of the 3rd electrode 26. Thus, a pixel divides and drives. The 3rd electrode 26 has become frame-like. As for the 1st electrode 18 and/or 3rd electrode 26 which are a common electrode, forming so that a pixel may be surrounded is desirable in order to make minimum effect of the horizontal electric field from a data line 32 or the gate line 36. For example, in the example of drawing 17, it is a design bearing this in mind from drawing 6.

[0049] In the above example, since TFT of a reverse stagger mold was assumed, the gate is the lowest layer, but if a top gate mold is used (Cs is formed between a source electrode and a gate electrode), it is possible to form the gate of Cs-on-Gate structure on a data line, and it is more desirable. In this case, since a data line 32 can be covered by lower part extension 36a of the gate line 36, it is possible to prevent the bad influence of the horizontal electric field by the data electrode.

[0050] This situation is shown in drawing 22 and drawing 23. This example is the same as the example of drawing 12 and drawing 13 almost, if the gate (it has lower part extension 36a) line 36 and the drain line 32 are made into vertical reverse. Here, distance between the 1st electrode 18 and the 2nd electrode 20 was made into the range of 6 to 20 micrometers. Liquid crystal was able to be driven only by this impressing the electrical potential difference not more than 15V to inter-electrode. It is checking that driver voltage becomes low, so that cel thickness is thick. As cel thickness, it was set as the range of 3 to 6 micrometers. And as deltan of a panel, it is 0.5.  $\mu\text{m} \times 0.2$  The brightness of a good white display was able to be obtained at the time of  $\mu\text{m}$ . Furthermore, since it was a liquid crystal display containing the liquid crystal of a perpendicular stacking tendency, the configuration whose anisotropy of a refractive index piles up a negative optically uniaxial optical film was effective in improvement in a viewing angle. For example, in a liquid crystal panel part, the anisotropy of the refractive index of d and liquid crystal is set to deltan for cel thickness. Having used the anisotropy of d2 and a refractive index as deltan2 for the thickness of a film,  $\text{deltan} \times d$  and  $\text{deltan}2 \times d2$  were constituted so that it might become almost the same.

[0051] Drawing 18 and drawing 19 are drawings showing the example which uses the gate electrode of a TFT substrate as a common electrode for a display. In this case, a liquid crystal display with the high numerical aperture driven by horizontal electric field is realizable. There is no 1st electrode 18 of the 1st substrate 12 of the above-mentioned example, and it forms horizontal electric field with the 2nd electrode 20 and 3rd electrode 26 of a substrate 14. [ 2nd ] The 2nd electrode 20 is connected to the source electrode 44 of TFT38, and the 3rd electrode 26 is connected to the gate line 36. The gate line 36 contains lower part extension 36a prolonged along with a data line 32 like the example of drawing 12 and drawing 13. The gate line 36 contains 2nd lower part extension 36b further located in the central part of a pixel. These lower part extensions 36a and 36b serve as the 3rd electrode 26.

[0052] As shown in drawing 18 and drawing 19, since a numerical aperture is raised in the drive using horizontal electric field, it is also possible to use the lap for the gate line 36 and part I 20b and 20c of the 2nd electrode 20 as an auxiliary capacity. Here, the 3rd electrode 26 connected to the gate line 36 makes a non-selection period common potential, forms electric field between this electrode and 2nd electrode 20, and drives liquid crystal. It is possible for this to constitute LCD of a horizontal electric-field mold whose numerical aperture improved more. Moreover, as a configuration at the tip of lower part extension 36a lengthened on the data line, apart from the vena contracta for TFT38 formation (part shown all over [ A ] drawing), in order to impress uniform electric field to liquid crystal, it considered as the configuration which lengthens the tip of lower part extension 36a separately (part shown all over [ B ] drawing).

[0053] Drawing 20 and drawing 21 are drawings showing the modification of the example of drawing 18 and drawing 19. In this example, the gate line 36 contains lower part extension 36a (gate electrode 40) and upper part extension 36c which are prolonged along with a data line 32. TFT38 is formed in lower part extension 36a, and upper part extension 36c becomes the 3rd electrode 26. Furthermore, the gate line 36 has 36d of central extensions prolonged in the center of a pixel, and 36d of central extensions also serves as the 3rd electrode 26. In this case, upper part extension 36c is lengthened in parallel with a data line 32 in the case of a data line 32. And the vertical part of 36d of central extensions laps with part I part 20b of the 2nd electrode 20, and part II part 20c, respectively, and forms auxiliary capacity.

[0054] Although there is no 1st electrode 18 of the 1st substrate 12 in the example of drawing 21 from drawing 18, it cannot be overemphasized that the 1st electrode 18 can be formed in the location of the 1st substrate 12 corresponding to the 3rd electrode 20. Drawing 24 shows the example of a drive wave in the case of using the extensions 36c and 36d of the gate line 36 as common. OFF of the relation of a drive of

TFT38 to the gate It is required to impress about minus 5V as an electrical potential difference. Since it is the translation which uses this as common, it is required to also shake a data electrical potential difference focusing on these minus 5V. -10V were put in as criteria of the driver voltage of a driver, and this configuration was realized. Since the data itself enter as logic to 3V, it needs to be adjusted.

[0055] Drawing 25 and drawing 26 show other examples which impress slanting electric field. In this example, slanting electric field are formed between the 1st electrode 58 and the 2nd electrode 20. The 1st electrode 58 performs the same operation as the 1st electrode 18 of drawing 1. However, the 1st electrode 58 and 2nd electrode 20 are located [ both ] in the 2nd substrate 14.

[0056] The 1st electrode 58 is arranged in contact with the substrate side of the 2nd substrate 14. The 2nd electrode 20 separates from the substrate side of the 2nd substrate 14, and is arranged. Specifically, the 2nd electrode 20 is formed on the layer 50 of silicon nitride, and the layer 52 of an amorphous silicon. That is, although the layer of a source electrode is prepared on the layer 50 of silicon nitride, and the layer 52 of an amorphous silicon in case TFT38 is formed, the 2nd electrode 20 is formed on the layer 50 of silicon nitride, and the layer 52 of an amorphous silicon with the layer of a source electrode.

[0057] Therefore, since height differs, the 1st electrode 58 and 2nd electrode 20 can form slanting electric field. Orientation without disclination is realizable by utilizing this slanting electric field. Here, it is 0.3 as a gap of the layer of the 1st and 2nd electrodes which form slanting electric field.  $\mu\text{m}$  It is 0.6 desirably above.  $\mu\text{m}$  Little display of especially disclination was realizable at the above time. That is, it is the thickness of the layer 50 of silicon nitride, and the layer 52 of an amorphous silicon 0.3  $\mu\text{m}$  The good display was realizable by considering as the above.

[0058] It is also possible to prepare a special layer besides the layer 50 of silicon nitride and the layer 52 of an amorphous silicon for attaching the difference of the height of the 1st electrode 58 and the 2nd electrode 20. For example, it is also possible to apply ultraviolet-rays hardening resin, to form an electrode on this, to connect with a source electrode, and to separate the location of a source electrode from a glass substrate more. In this case, the electric field between the 2nd electrode 20 and the 1st electrode 58 in the layer of a gate line become aslant more.

[0059] Although the upper example explained the reverse stagger, even if it is a stagger mold, it is possible to realize the same configuration. In this case, the gate used as a common layer becomes the location most distant from the substrate, and the 2nd electrode turns into a pixel electrode to the 1st electrode whose 2nd electrode of drawing 25 and drawing 26 is a common electrode. Moreover, SiN The physical relationship of a-Si becomes reverse, or it is SiN further on the lap of SiN and a-Si. It becomes the existing configuration. In this case, since there are two layers of SiN layers, the difference of the height of electrodes may become large further.

[0060] Drawing 27 is drawing showing the example which each electrode becomes from two or more parallel electrode elements within 1 pixel, in order to explain the liquid crystal display by the example of further others of this invention. Drawing 27 is drawing which looked at the electrode configuration in 1 pixel from the upper part of one substrate of a liquid crystal display. The 1st electrode 70 is formed in the shape of a ctenidium, and has two or more parallel electrode elements 72. The 2nd electrode 74 is formed in the shape of a ctenidium, and has two or more parallel electrode elements 76. The electrode element 72 of the 1st electrode 70 and the electrode element 76 of the 2nd electrode 74 are formed by turns in parallel mutually.

[0061] Drawing in which drawing 28 shows the condition at the time of no electrical-potential-difference impressing the liquid crystal display of a slanting electric-field method, and drawing 29 are drawings showing the condition at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display of drawing 28. In drawing 28 and drawing 29, a liquid crystal display 10 contains the 1st and 2nd substrates 12 and 14 and liquid crystal layers 16. Furthermore, the 1st substrate 12 has the 1st electrode element 72, and the 2nd substrate 14 has the 2nd electrode element 76. As indicated in drawing 27 as the 1st electrode element 72 and the 2nd electrode element 76, in the direction parallel to a substrate side, it shifts mutually and is arranged.

[0062] The 1st electrode 70 which has the 1st electrode element 72 can be formed in the 1st substrate (color filter substrate) 12 from drawing 6 like the common electrode 18 shown in drawing 26. The 2nd electrode 74 which has the 2nd electrode element 76 is connectable with TFT38 of a active matrix from drawing 6 like the pixel electrode 20 shown in drawing 26.

[0063] The perpendicular orientation film (not shown) is prepared in the 1st and 2nd substrates 12 and 14 including the liquid crystal which has a dielectric anisotropy forward in the liquid crystal layer 16. Therefore, at the time of no electrical-potential-difference impressing, orientation of the liquid crystal

molecule is carried out at right angles to a substrate side ( drawing 28 ), and orientation of the liquid crystal molecule is carried out in accordance with slanting electric field at the time of no electrical-potential-difference impressing ( drawing 29 ). This operation is the same as that of a front example.

[0064] Drawing 30 is drawing showing the condition at the time of no electrical-potential-difference impressing other liquid crystal displays of a slanting electric-field method. Also in this case, the 1st substrate 12 has the 1st electrode element 72, and the 2nd substrate 14 has the 2nd electrode element 76. As indicated in drawing 27 as the 1st electrode element 72 and the 2nd electrode element 76, it shifts mutually in the direction parallel to a substrate side, and is mutually arranged in parallel in it. In drawing 30 , the level orientation film (not shown) is prepared in the 1st and 2nd substrates 12 and 14 including the liquid crystal which has a dielectric constant anisotropy forward in the liquid crystal layer 16. Therefore, at the time of no electrical-potential-difference impressing, orientation of the liquid crystal molecule is carried out almost in parallel with a substrate side. At the time of electrical-potential-difference \*\*\*\*, orientation of the liquid crystal molecule is carried out in accordance with slanting electric field. The example to be explained from now on is applied to both the liquid crystal display of the perpendicular orientation mold of drawing 28 , and the level orientation mold liquid crystal display of drawing 30 .

[0065] In an electrode configuration as shown in drawing 27 , if a location gap arises when sticking the 1st substrate 12 and 2nd substrate 14, the gap between the 1st electrode element 72 of the 1st substrate 12 and the 2nd electrode element 76 of the 2nd substrate 14 (inter-electrode spare time) will change, and an electrical-potential-difference-permeability property will change at the time of use of a liquid crystal display. Drawing 31 is drawing showing the example of an electrical-potential-difference-permeability property when liquid crystal is carrying out orientation perpendicularly to the substrate at the time of no electrical-potential-difference impressing with the liquid crystal display of a slanting electric-field method. Curve P shows an electrical-potential-difference-permeability property when inter-electrode spare time is 10 micrometers, in case the inter-electrode spare time of Curve R is 6 micrometers as for Curve Q, when inter-electrode spare time is 15 micrometers. An electrical-potential-difference-permeability property is greatly influenced of inter-electrode spare time so that drawing 31 may show. Therefore, when sticking the 1st substrate 12 and 2nd substrate 14 in the assembly of a liquid crystal display, it is necessary to pay careful attention so that a location gap may not arise, and a manufacture margin is very small.

[0066] Curve S is drawing showing the electrical-potential-difference-permeability property at the time of equalizing the three above-mentioned curves. Curve S shows the case where two or more inter-electrode spare time is intermingled in 1 pixel. In this case, as shown in Curve S, an electrical-potential-difference-permeability property becomes gently-sloping and its permeability change by voltage variation decreases. Moreover, when a lamination gap of the 1st and 2nd substrates 12 and 14 arises, the field which an electrical-potential-difference-permeability property shifts to a low-battery side, and the field shifted to a high-voltage side are generated, and it becomes smaller than the time when inter-electrode spare time has a uniform change of 1 pixel of the whole. The above reason enables it to suppress change of the electrical-potential-difference-permeability property by fluctuation of the electrode width of face at the time of a lamination gap or manufacture.

[0067] Drawing 32 is drawing showing an electrical-potential-difference-permeability property in case there is a lamination gap of the 1st and 2nd substrates with the liquid crystal display of a slanting electric-field method. In Curve H, Curve I shows an electrical-potential-difference-permeability property when a lamination gap is 5.8 micrometers, in case the lamination gap of Curve J is 0.4 micrometers as for Curve J, when a lamination gap is 3.9 micrometers and a lamination gap is 1.8 micrometers. By lamination gap, two different inter-electrode spare time arises, and since [ whose an electrical-potential-difference-permeability property is two steps ] it becomes stair-like, and it unites and extent of a gap changes with liquid crystal panels, an electrical-potential-difference-permeability property changes with liquid crystal panels.

[0068] therefore, the 1st electrode 70 and 2nd electrode 74 -- the inside of 1 pixel -- setting -- from two or more parallel electrode elements 74 and 76 -- becoming -- at least the electrode width of face of the electrode elements 74 and 76 of the 1st and 2nd electrodes, and one side of inter-electrode spare time -- un-- uniform -- making -- even if a location gap arises by things -- change of an electrical-potential-difference-permeability property -- few -- making . Drawing 33 to drawing 44 is drawing showing the example which at least one side of inter-electrode spare time made electrode width of face as [ uniformly / un-]. In any case, deltaepsilon of 4 micrometers and a liquid crystal ingredient of cel thickness was 14.8.

[0069] Drawing 33 is drawing showing the example of the electrode elements 74 and 76 into which inter-electrode spare time was changed, with electrode width of face fixed. It is parallel and the electrode width of face of the straight-line-like electrode elements 74 and 76 is fixed at 4 micrometers. In the example, two

electrode elements 74 which form slanting electric field, and the inter-electrode spare time between 76 (part which light penetrates) were 12 micrometers, 10 micrometers, 8 micrometers, 12 micrometers, 10 micrometers, and 8 micrometers. Drawing 34 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time. The inter-electrode spare time from which plurality differed is intermingled, and in 1 pixel, the electrical-potential-difference-permeability property corresponding to each inter-electrode spare time appears, and, on the whole, it becomes those sums.

[0070] Drawing 35 is changing electrode width of face with 8 micrometers, 6 micrometers, and 4 micrometers, making inter-electrode spare time regularity (10 micrometers). The electrode elements 72 and 76 are arranged in parallel with the shape of a straight line, and carry out two or more change of the electrode width of face. Therefore, in 1 pixel, the electrical-potential-difference-permeability property corresponding to each electrode width of face appears, and, on the whole, it becomes those sums. Drawing 36 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time.

[0071] Drawing 37 arranges the electrode element 76 by the side of a TFT substrate in fixed width of face and a fixed pitch, makes the electrode element 72 by the side of a color filter substrate the configuration of trapezoidal shape, and is changing inter-electrode spare time. The electrode width of face of the electrode element 72 of trapezoidal shape was 4 micrometers by 12 micrometers and the narrow part in the large part. Inter-electrode spare time was 12 micrometers by 8 micrometers and the narrow part in the part where the electrode width of face of the electrode element 72 is wide. Inter-electrode spare time changes to the longitudinal direction of the electrode element 72 continuously. Drawing 38 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time.

[0072] Drawing 39 arranges the electrode element 72 by the side of a color filter substrate in fixed width of face and a fixed pitch, makes the electrode element 76 by the side of a TFT substrate the configuration of trapezoidal shape, and is changing inter-electrode spare time. Dimension relation is the same with having made the example of drawing 37 reverse. Drawing 40 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time. In drawing 37  $R > 7$  and drawing 39, since the electrode element is made into the configuration of trapezoidal shape, there is countless different inter-electrode spare time, a countless different electrical-potential-difference-permeability property corresponding to them appears, and, on the whole, it becomes those sums.

[0073] Drawing 41 makes the electrode elements 72 and 76 a stair-like configuration, and is changing inter-electrode spare time. In order to change inter-electrode spare time finely at this time, the level difference of a stairway is shifted with the electrode element 76 by the side of a TFT substrate, and the electrode element 72 by the side of a color filter substrate. To drawing 37 and the inter-electrode spare time of drawing 39 changing continuously, the comparatively same change of change of drawing 37 and the inter-electrode spare time of drawing 39 comes out comparatively, and the inter-electrode spare time of drawing 41 changes discretely. In order to change inter-electrode spare time as finely as possible, the stage of each electrode element of the 1st and 2nd substrates is shifted. Drawing 42 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time.

[0074] Drawing 43 is changing inter-electrode spare time by making the electrode element 76 by the side of a TFT substrate, and the electrode element 72 by the side of a color filter substrate cross. The electrode element 76 by the side of a TFT substrate is formed at the include angle of 30 degrees to the same bus line to the electrode element 72 by the side of a color filter substrate being parallel to a bus line (for example, bus line 32 of drawing 6). The electrode element 76 by the side of a TFT substrate is arranged in the pitch of 16 micrometers. In this way, countless different inter-electrode spare time is made. Drawing 44 shows the electrical-potential-difference-permeability property at this time. Moreover, the electrode element 76 by the side of a TFT substrate is made parallel with a bus line, to a bus line, an include angle (for example, 30 degrees) may be given, and the electrode element 72 by the side of a color filter substrate may be arranged.

[0075] In any [ of drawing 43 ] case, it has the structure by which extent offset is carried out where change of inter-electrode spare time is in 1 pixel from drawing 33 to the lamination gap of the 1st and 2nd substrates 12 and 14. Moreover, if change is given to inter-electrode spare time within 1 pixel like drawing 43 from drawing 33, it will come to have two or more electrical-potential-difference-permeability properties in 1 pixel, and the electrical-potential-difference-permeability property of 1 pixel of the whole will become the sum of two or more electrical-potential-difference-permeability properties. Consequently, the behavior to the electrical potential difference of permeability becomes loose, and change of an electrical-potential-difference-permeability property becomes small to change of inter-electrode spare time.

[0076] In the liquid crystal display of the slanting electric-field method of the conventional method, as explained with reference to drawing 32, two different inter-electrode spare time arose by lamination gap of

the 1st and 2nd substrates, and since [ whose an electrical-potential-difference-permeability property is two steps ] it became stair-like, and it united and extent of a gap changed with liquid crystal panels, the electrical-potential-difference-permeability property changed with liquid crystal panels. In the liquid crystal display of the 15 mold XGA of the slanting electric-field method which has the stair-like electrode elements 72 and 76 like drawing 41 , there is no change of the electrical-potential-difference-permeability property by lamination gap of the 1st and 2nd substrates, and the difference in the electrical-potential-difference-permeability property by the liquid crystal panel was not found.

[0077]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, a numerical aperture is high, it is bright, and it is possible to realize a liquid crystal display with a good viewing-angle property. Moreover, the small liquid crystal display of change of an electrical-potential-difference-permeability property can be obtained.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

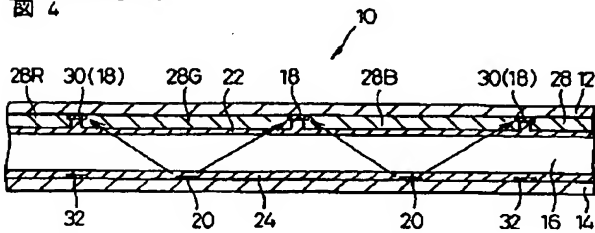
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

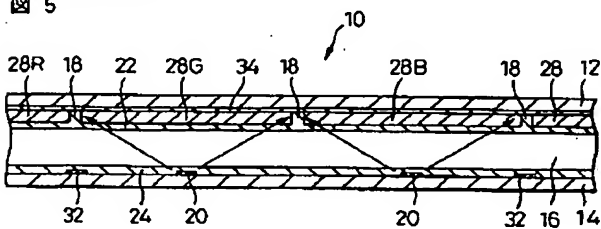
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

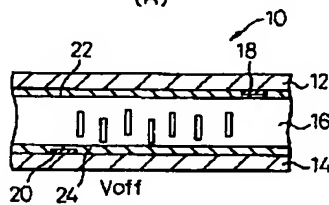
図 5



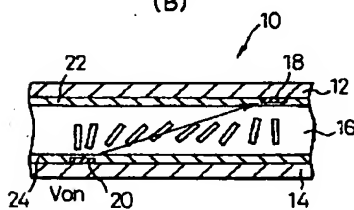
[Drawing 1]

図 1

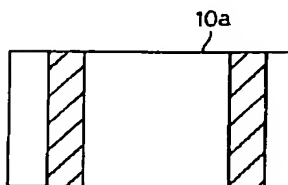
(A)



(B)



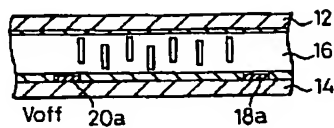
(C)



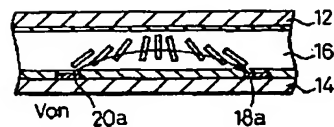
[Drawing 2]

2

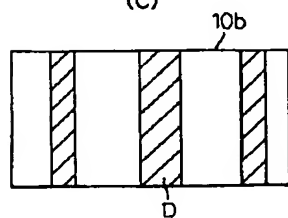
(A)



(B)



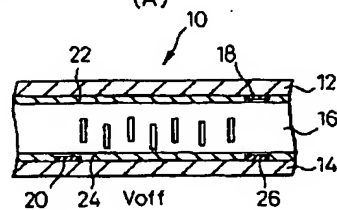
(C)



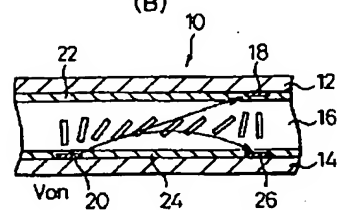
[Drawing 3]

3

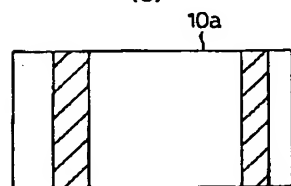
(A)



(B)

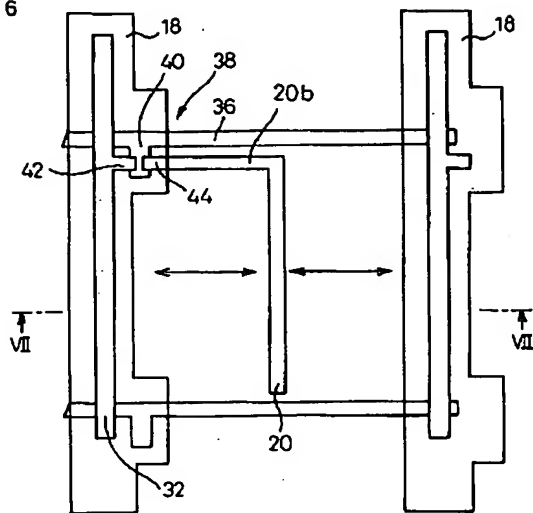


(C)



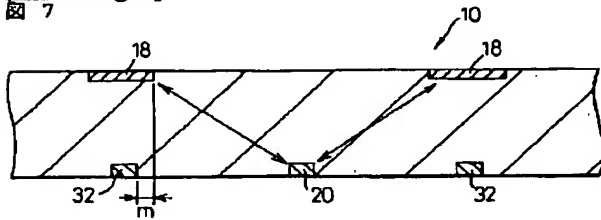
[Drawing 6]

図 6



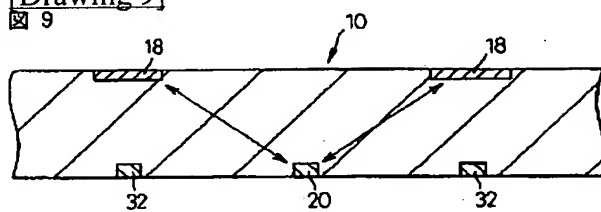
[Drawing 7]

図 7



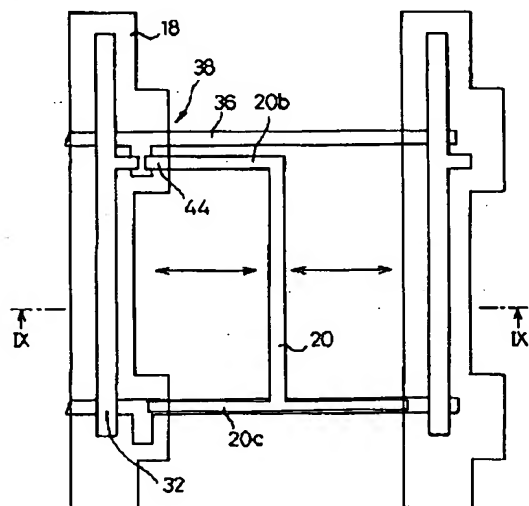
[Drawing 9]

図 9

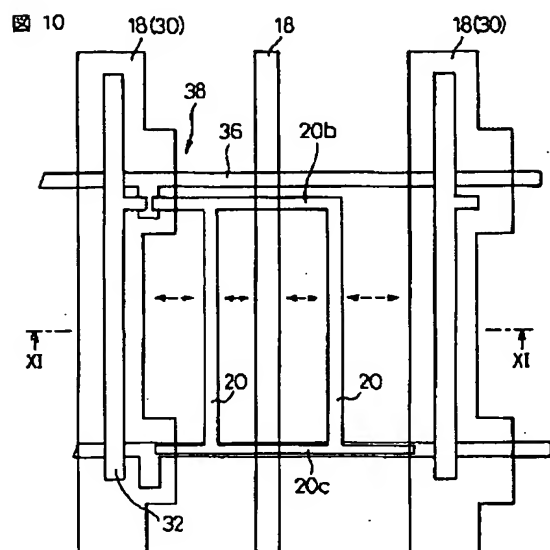


[Drawing 8]

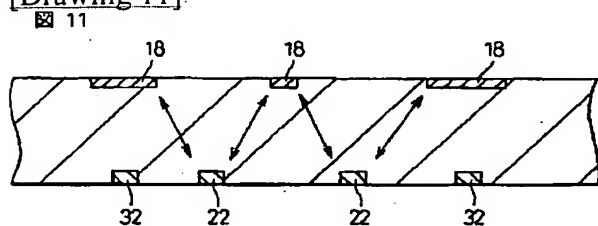
図 8



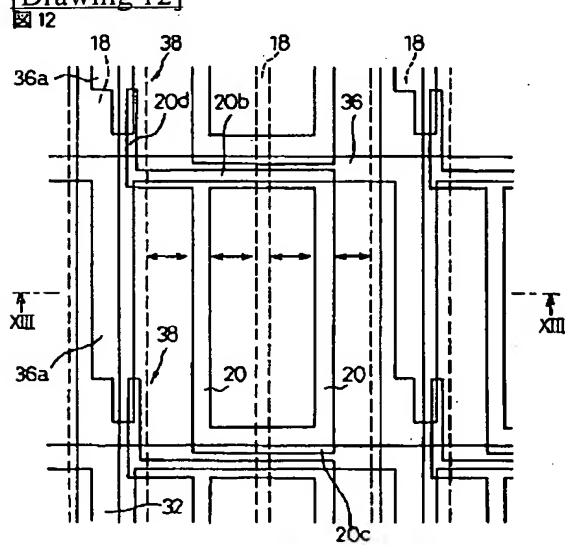
[Drawing 10]



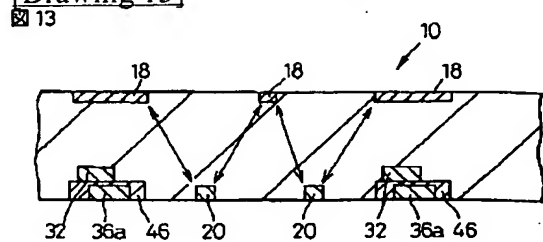
[Drawing 11]



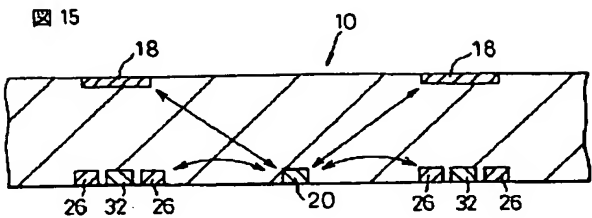
[Drawing 12]



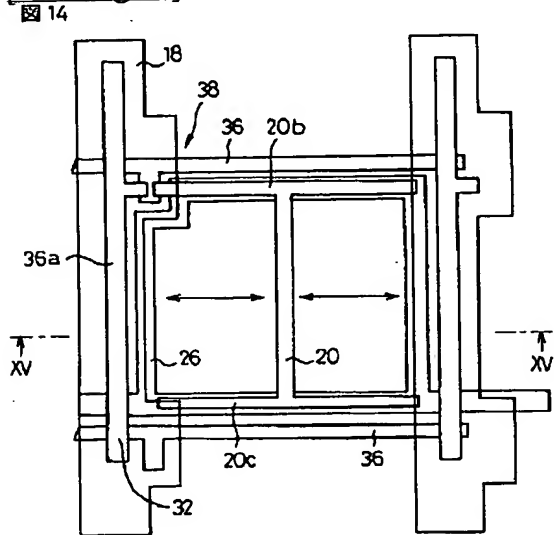
[Drawing 13]



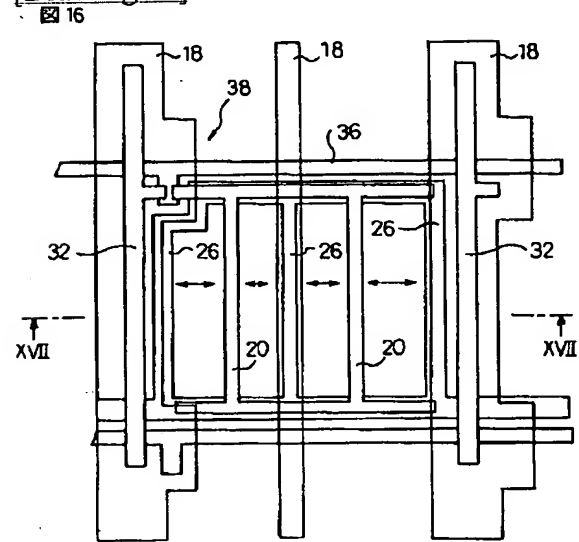
[Drawing 15]



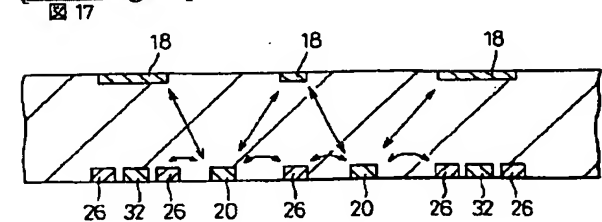
[Drawing 14]



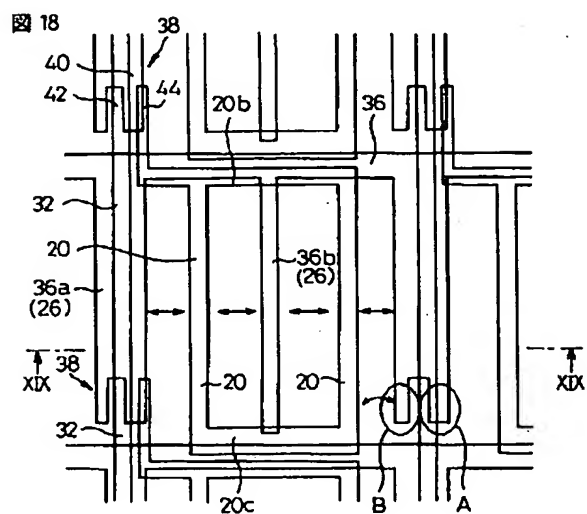
[Drawing 16]



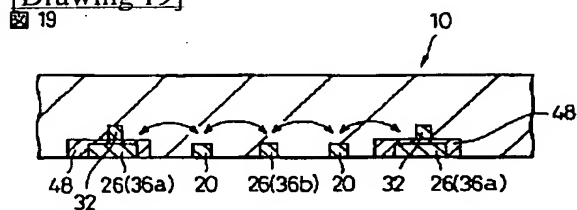
[Drawing 17]



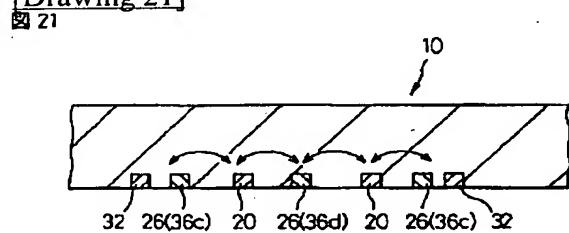
[Drawing 18]



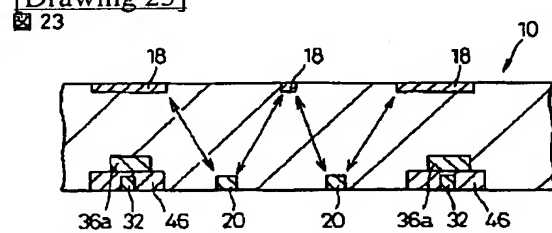
[Drawing 19]



[Drawing 21]

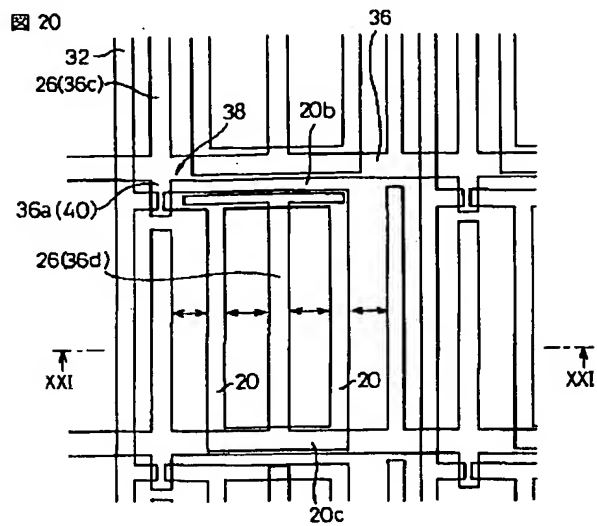


[Drawing 23]

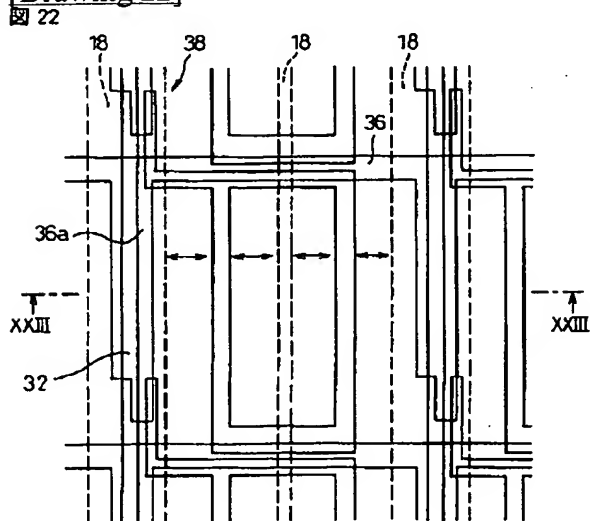


[Drawing 20]

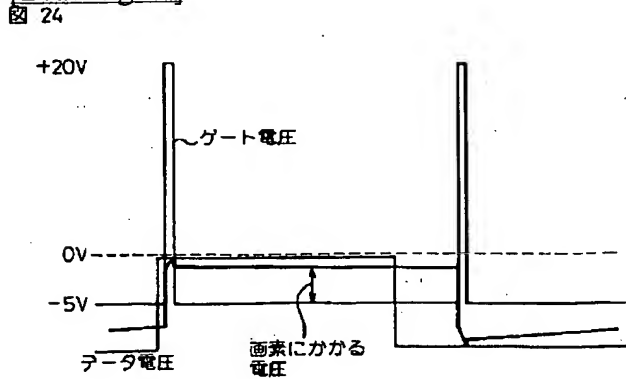




[Drawing 22]

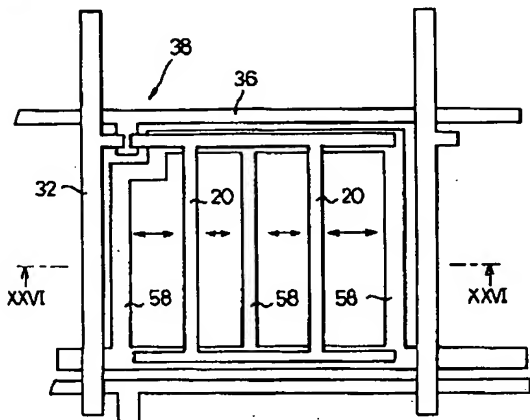


[Drawing 24]



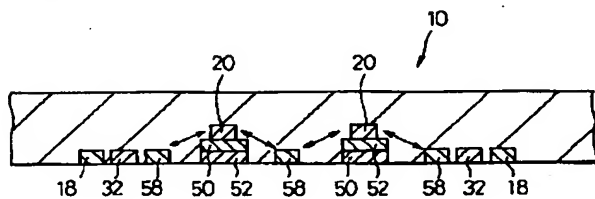
[Drawing 25]

図 25



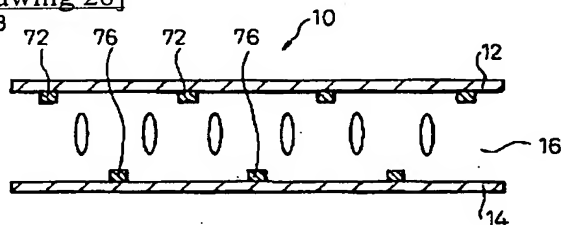
[Drawing 26]

図 26



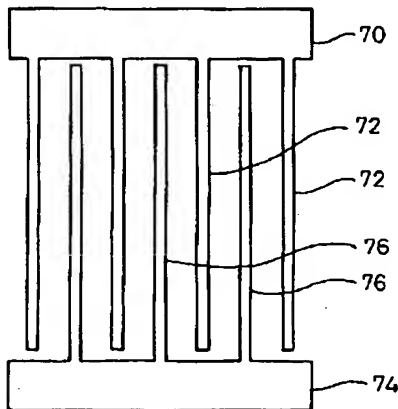
[Drawing 28]

図 28



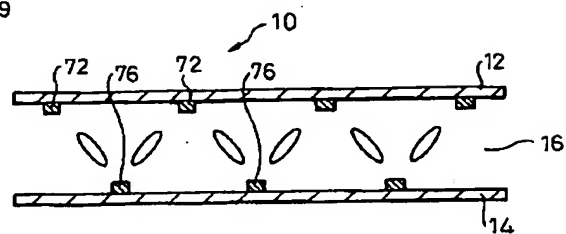
[Drawing 27]

図 27



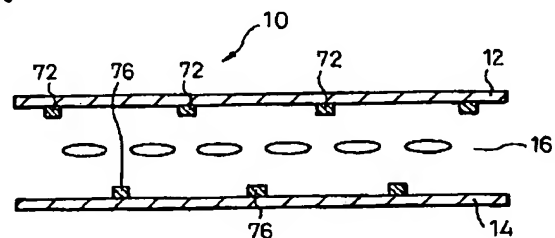
[Drawing 29]

図 29



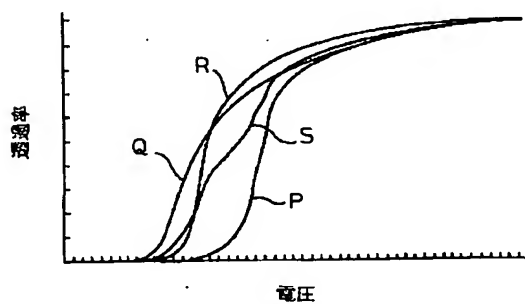
[Drawing 30]

図 30



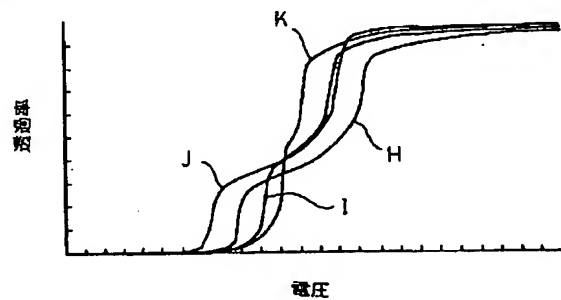
[Drawing 31]

図 31



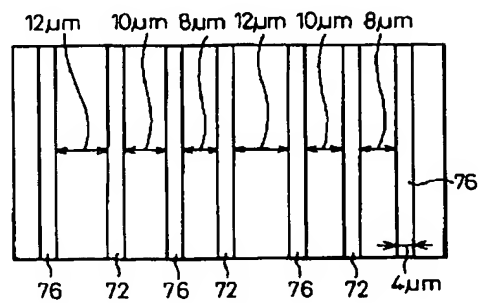
[Drawing 32]

図 32



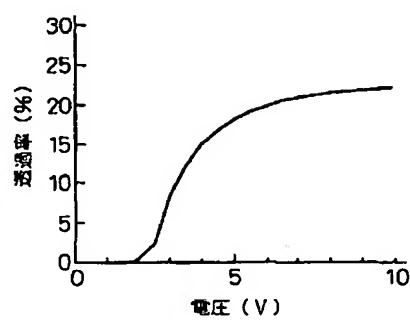
[Drawing 33]

図 33



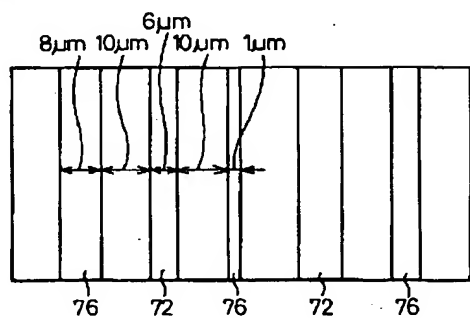
[Drawing 34]

図 34



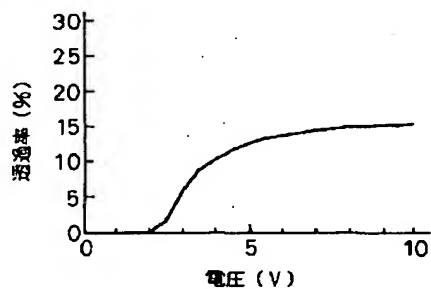
[Drawing 35]

図 35



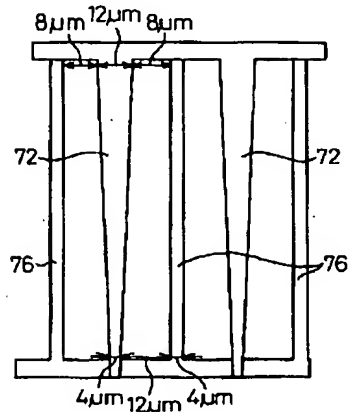
[Drawing 36]

図 36



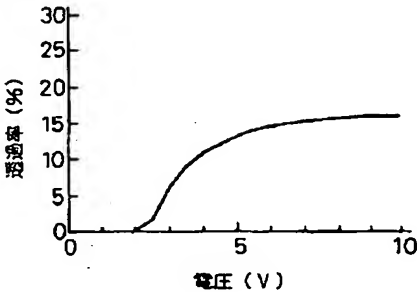
[Drawing 37]

図 37



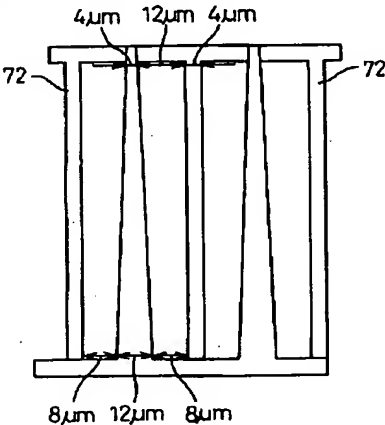
[Drawing 38]

図 38



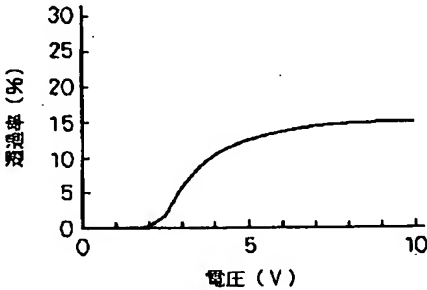
[Drawing 39]

図 39



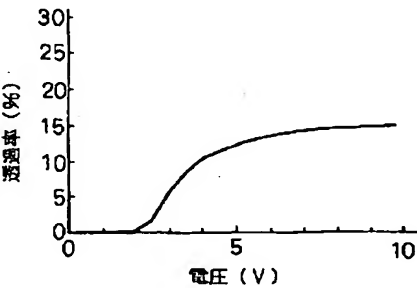
[Drawing 40]

図 40



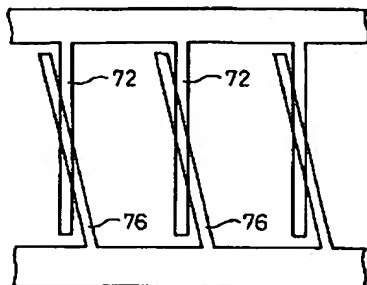
[Drawing 42]

図 42



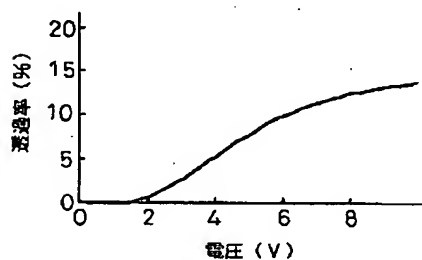
[Drawing 43]

図 43



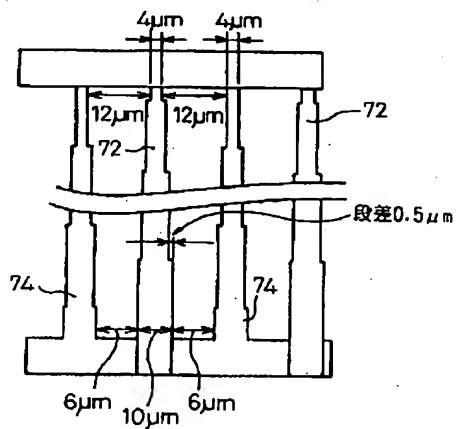
[Drawing 44]

図 44



[Drawing 41]

図 41



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-81641  
(P2000-81641A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136	5 0 0
1/1337	5 0 5	1/1337	5 0 5
1/1343		1/1343	
G 0 9 F 9/35	3 0 5	G 0 9 F 9/35	3 0 5

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-374731  
(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)  
(31) 優先権主張番号 特願平10-175978  
(32) 優先日 平成10年6月23日 (1998. 6. 23)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(72) 発明者 吉田 秀史  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72) 発明者 仲西 洋平  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(74) 代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

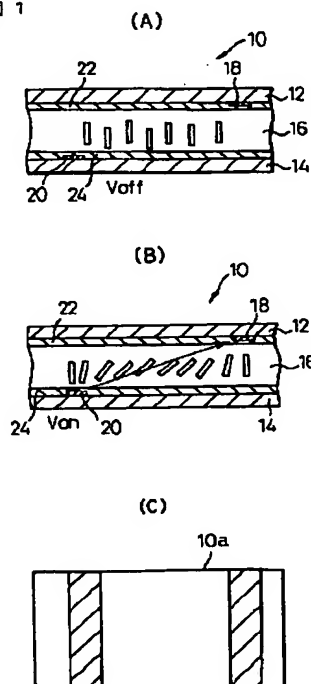
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示装置に関し、液晶の挙動を正確に制御することのできる横電界駆動型の液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 第1及び第2の対向する基板12、14と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層16と、該第1の基板に設けられた第1の電極18と、該第2の基板に該第1の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に設けられた第2の電極20とを備え、該液晶層の液晶は垂直配向されたものであり、液晶の誘電率異方性が正である構成とする。

図 1



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に該第1の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に設けられた第2の電極とを備え、該液晶層の液晶は垂直配向されたものであり、液晶の誘電率異方性が正であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 該第1及び第2の電極が少なくとも部分的に長く直線状に延びることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 該第1及び第2の基板の一方がブラックマトリクス及びカラーフィルタを有し、該ブラックマトリクス及びカラーフィルタを有する基板の電極が該ブラックマトリクスの一部分からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 該第1及び第2の電極の一方はベタ電極であり、カラーフィルタが該透明なベタ電極の上に形成され、該カラーフィルタはスリットを有し、該ベタ電極の該スリットから露出した部分が該第1及び第2の電極の一方となることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 該第1及び第2の電極の一方と共通の電位を有するように第3の電極が該第1及び第2の基板の一方に設けられることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 該第3の電極は該第1及び第2の電極の一方と少なくとも部分的に重なるように形成されていることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項7】 該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータラインを有し、該第1及び第2の基板の他方に設けられた電極は画素内に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項8】 該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータライン及びTFTを有し、該第1及び第2の電極の一方は該TFTのソース電極に接続されて次のゲートライン上まで延びており、補助容量を形成することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に該第1の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に設けられた第2の電極とを備え、該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータライン及びTFTを有し、該第1及び第2の電極の一方はゲートラインに接続された部分からなることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】 該ゲートラインに接続された部分からなる電極をコモン電極として用い、該第1及び第2の電極の他方はTFTのソース電極に接続され、第1及び第2の電極の間に形成される電界によって液晶を駆動する

2

ことを特徴とする請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項11】 隣接する第1及び第2のゲートラインがあり、第1のゲートラインに接続された部分からなる電極がデータライン上を第2のゲートライン近くまで延び、TFTは該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成され、該ソース電極に接続された電極は主として第2のゲートラインに関して第1のゲートラインとは反対側にあり、該ソース電極に接続された電極は第2のゲートラインを超えて第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成されたTFTに接続されることを特徴とする請求項10に記載の液晶表示装置。

【請求項12】 隣接する第1及び第2のゲートラインがあり、第1のゲートラインに接続された部分からなる電極がデータライン上を第2のゲートライン近くまで延び、TFTは該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成され、該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部は、TFT形成用部分及び電界形成用部分として二股状に形成されていることを特徴とする請求項10に記載の液晶表示装置。

【請求項13】 第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1及び第2の基板の一方に互いに間隔をあけ且つ基板面からの距離が異なった位置に設けられた第1及び第2の電極とを備え、該第1及び第2の電極の間で斜め電界を形成するようにしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】 該液晶は垂直配向されていて斜め電界によって駆動されることを特徴とする請求項13に記載の液晶表示装置。

【請求項15】 第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に設けられた第2の電極とを備え、該第1の電極及び該第2の電極は画素内において平行な複数の電極要素からなり、該電極の電極要素の電極幅と電極間隙の少なくとも一方が非一様であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項16】 該第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素はデータバスラインと平行又は垂直であることを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項17】 該第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の一部又は全てがデータバスラインと平行でないことを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項18】 該第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の幅の一部又は全てが不連続に変化することを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項19】 該第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素が階段状であることを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項20】 該第1及び該第2の電極の電極要素が

(3)

3

ともに階段状で、電極幅の狭まる方向が同じであることを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項21】 該第1及び該第2の電極の一方の電極要素が他方の電極要素に対して少なくとも一点で交差することを特徴とする請求項15に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置に関する。特に、本発明は視角特性の優れた液晶表示装置を実現するために基板面にほぼ平行な方向に電界を形成して液晶分子をオンオフさせる液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】基板面にほぼ平行な方向に電界を形成して液晶分子をオンオフさせる液晶表示装置は、横電界駆動型液晶表示装置とも呼ばれる。横電界駆動型液晶表示装置においては、液晶を挟持する一対の基板のうちの一方の基板が第1の電極と第2の電極とを有し、第1の電極から第2の電極へ向かって電界が形成される。このような液晶表示装置は、例えば特開平7-36058号公報に記載されている。

【0003】横電界駆動型液晶表示装置では、水平配向型の液晶が使用される。液晶は最初は基板面に平行に且つ第1の方向に配向しており、電圧が印加されると液晶は基板面に平行に且つ第1の方向から回転した第2の方向に配向するようになる。つまり、電圧が印加されると、液晶分子は第1及び第2の電極間に形成される電界に平行に並ぼうとする。液晶分子の動きが基板面に平行な平面内で起こるため、TN型液晶のように視角特性が悪化せず、視角特性の広い液晶表示装置が実現される。

【0004】特開平7-159807号公報は、横電界駆動型液晶表示装置の変形例を開示している。この液晶表示装置では、液晶を挟持する一対の基板のうちの一方の基板が第1の電極を有し、他方の基板が第2の電極を有し、第1の電極と第2の電極とは基板面に平行な方向でずらした位置関係に配置される。この場合、第1及び第2の基板は互いに平行に小さな幅の帯状に延びる。第1の電極と第2の電極とを含む平面は基板面に対して斜めになり、斜め電界が形成される。ただし、第1の電極と第2の電極との間の距離は液晶層の厚さに比べてかなり大きいので、第1の電極と第2の電極とを含む平面は基板面にほぼ平行といえることができる。従って、この場合にも、水平配向型の液晶が使用され、液晶の挙動は上記したのと同様である。

【0005】特開平10-48671号公報は、斜め電界によって駆動される液晶表示装置を開示している。画素電極及びコモン電極はともに櫛歯状に形成されており、画素電極及びコモン電極の各々は平行な線状の複数の電極要素からなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】一つの基板に第1及び

4

第2の電極が形成された横電界駆動型液晶表示装置では、電界は第1の電極から第2の電極へ向かって形成されるが、電界の強度は電極のある基板側で強く、電極のない基板側で弱くなる。従って、電圧を印加したときに、液晶の配向が第1及び第2の基板の間で均一にならず、画素内にディスクリネーションが生じることがある。また、電極が一方の基板のみにあって、他方の基板には電極がないと、電極のない基板の配向膜に静電気がたまることがある。

【0007】第1の基板が第1の電極を有し、第2の基板が第2の電極を有する横電界駆動型液晶表示装置の場合には、静電気の問題は解決される。しかし、電界は実際には第1の電極から第2の電極へ基板面に斜めに形成される。このため、電圧が印加されたときに、水平配向型の液晶は、電界と平行になるためには、回転しながら斜めに立ち上がることになる。しかし、水平配向型の液晶が回転しながら斜めに立ち上がることは難しく、液晶の挙動が乱れることがある。

【0008】さらに、横電界駆動型液晶表示装置では、第1の電極と第2の電極の少なくとも一方が画素内に設けられる構成になり、開口率が小さくなることが多い。そこで、開口率が大きくて明るい表示を行うことのできる電極の配置が求められている。液晶パネルを構成する2枚の基板上のそれぞれの電極に異なる電圧を印加して、液晶を駆動する斜め電界方式では、2枚の基板間の位置ずれが生じると、一方の基板の電極と他方の基板の電極との間の間隙が変化し、電圧-透過率特性が変化するという問題がある。そのため、2枚の基板の貼り合わせ精度は非常に厳しく、製造マージンが非常に小さい。

【0009】本発明の目的は、液晶の挙動を正確に制御することのできる横電界駆動型の液晶表示装置を提供することである。本発明の他の目的は、開口率が大きくて明るい表示を行うことのできる横電界駆動型の液晶表示装置を提供することである。本発明の他の目的は、2枚の基板間の位置ずれが生じても電圧-透過率特性の変化が小さいような液晶表示装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による液晶表示装置は、第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に該第1の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に設けられた第2の電極とを備え、該液晶層の液晶は垂直配向されたものであり、液晶の誘電率異方性が正であることを特徴とするものである。

【0011】この構成では、第1の電極は第1の基板に設けられ、第2の電極は第2の基板に設けられ、第1の電極と第2の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に配置されている。従って、第1の電極と第2の電極との間に電圧を印加すると、斜め電界が第1の電極と第

(4)

5

2の電極との間に形成される。液晶分子は垂直配向している。液晶は正の誘電率の異方性を有する。従って、電界が斜めであるため液晶分子の傾きもこの斜め電界に平行な方向に偏ることになる。これによって、電圧印加状態においてディスクリネーションのない配向が実現される。このディスクリネーションが無いことにより弾性エネルギーの留まる部分がなくなり、しきい値電圧の低減も実現される。

【0012】好ましくは、該液晶はフッ素系の液晶およびシアノ系の液晶の少なくとも一方を含むブレンド液晶からなる。該第1及び第2の電極が少なくとも部分的に長く直線状に延びる。該第1及び第2の電極の少なくとも一部分が互いに平行である。該第1及び第2の基板の一方がブラックマトリクス及びカラーフィルタを有し、該ブラックマトリクス及びカラーフィルタを有する基板の電極が該ブラックマトリクスの一部分からなる。該ブラックマトリクスが基板に接して設けられている。カラーフィルタはブラックマトリクスの形成する電極の位置に形成されたスリットを有する。

【0013】該第1及び第2の電極の一方はベタ電極であり、カラーフィルタが該透明なベタ電極の上に形成され、該カラーフィルタはスリットを有し、該ベタ電極の該スリットから露出した部分が該第1及び第2の電極の一方となる。該第1及び第2の電極の一方と共通の電位を有するように第3の電極が該第1及び第2の基板の一方に設けられる。

【0014】該第3の電極は該第1及び第2の電極の一方と少なくとも部分的に重なるように形成されている。該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータラインを有し、該第1及び第2の基板の他方に設けられた電極はデータラインを覆うように形成されている。該第1及び第2の電極の一方は、データラインから画素に向かう方位に面内ではみ出してデータラインを覆っている。

【0015】該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータラインを有し、該第1及び第2の電極の一方がゲートライン及びデータラインの一方に近接して形成されている。該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータラインを有し、該第1及び第2の基板の他方に設けられた電極は画素内に形成されている。

【0016】該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータライン及びTFTを有し、該第1及び第2の電極の一方は該TFTのソース電極に接続されて次のゲートライン上まで延びており、補助容量を形成する。本発明の他の特徴による液晶表示装置は、第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に該第1の電極とは基板面と平行な方向にずらした位置に設けられた第2の電極とを備え、該第1及び第2の基板の一方はゲートライン及びデータラ

6

イン及びTFTを有し、該第1及び第2の電極の一方はゲートラインに接続された部分からなる。

【0017】好ましくは、該ゲートラインに接続された部分からなる電極をコモン電極として用い、該第1及び第2の電極の他方はTFTのソース電極に接続され、第1及び第2の電極の間に形成される電界によって液晶を駆動する。隣接する第1及び第2のゲートラインがあり、第1のゲートラインに接続された部分からなる電極がデータライン上を第2のゲートライン近くまで延び、TFTは該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成され、該ソース電極に接続された電極は主として第2のゲートラインに関して第1のゲートラインとは反対側にあり、該ソース電極に接続された電極は第2のゲートラインを超えて第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成されたTFTに接続される。

【0018】隣接する第1及び第2のゲートラインがあり、第1のゲートラインに接続された部分からなる電極がデータライン上を第2のゲートライン近くまで延び、TFTは該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部に形成され、該第1のゲートラインに接続された部分からなる電極の先端部は、TFT形成用部分及び電界形成用部分として二股状に形成されている。

【0019】該ソース電極に接続された電極はゲートラインと重なる部分を含む。該ソース電極に接続された電極は画素の一方側に位置するゲートライン及び画素の他方側に位置するゲートライン少なくとも一方と重なる部分を含む。本発明の他の特徴による液晶表示装置は、第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1及び第2の基板の一方に互いに間隔をあけ且つ基板面からの距離が異なった位置に設けられた第1及び第2の電極とを備え、該第1及び第2の電極の間で斜め電界を形成するようにしたことを特徴とする。

【0020】好ましくは、該液晶は垂直配向されていて斜め電界によって駆動される。液晶の誘電率の異方性が正である。該第1及び第2の電極が少なくとも部分的に長く直線状に延びる。該第1及び第2の電極の少なくとも一部分が互いに平行である。該第1及び第2の電極の一方が絶縁層及び半導体層の上に形成され、該第1及び第2の電極の他方が該第1及び第2の基板の上に形成されている。

【0021】該第1の電極と該第2の電極とが基板面に垂直な方向に少なくとも0.3  $\mu\text{m}$  離れて形成されている。さらには、該第1の電極と該第2の電極とが基板面に垂直な方向に少なくとも0.6  $\mu\text{m}$  離れて形成されている。絶縁層及び半導体層の厚みが0.3  $\mu\text{m}$  以上である。さらには、絶縁層及び半導体層の厚みが0.6  $\mu\text{m}$  以上である。

【0022】本発明の他の特徴による液晶表示装

(5)

7

置は、第1及び第2の対向する基板と、該第1及び第2の基板の間に封入された液晶層と、該第1の基板に設けられた第1の電極と、該第2の基板に設けられた第2の電極とを備え、該第1の電極及び該第2の電極は一画素内において平行な複数の電極要素からなり、該電極要素の電極幅と電極間隙の少なくとも一方が非一様であることを特徴とするものである。

【0023】好ましくは、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の電極幅と電極間隙の少なくとも一方が非一様である。第1及び該第2の電極の少なくとも一方は歯状に形成されている。また、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素はデータバスラインと平行又は垂直である。好ましくは、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の電極幅は一定であり、電極間隙が非一様である。あるいは、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の電極間隙は一定であり、電極幅が非一様である。

【0024】また、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の一部又は全てがデータバスラインと平行でない。あるいは、第1及び該第2の電極の一方の電極要素はバスラインと平行で、もう一方の基板の電極要素はバスラインとある角度をもつ。あるいは、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素の幅の一部又は全てが不連続に変化する。

【0025】また、第1及び該第2の電極の少なくとも一方の電極要素が階段状である。この場合、第1及び該第2の電極の電極要素がともに階段状で、電極幅の狭まる方向が同じであることもできる。あるいは、第1及び該第2の電極の一方の電極要素が他方の電極要素に対して段が互いにずれている。あるいは、第1及び該第2の電極の一方の電極要素が他方の電極要素に対して少なくとも一点で交差するようにすることもできる。

【0026】電圧無印加時に液晶分子が基板と平行に配向している。あるいは、電圧無印加時に液晶分子が基板と垂直に配向している。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は本発明の原理構成を示す。図1(A)は電圧を印加していないときの液晶表示装置を示し、図1(B)は電圧を印加しているときの液晶表示装置を示し、図1(C)は電圧を印加しているときの1画素の表示を示している。図1において、液晶表示装置10は、第1及び第2の対向する透明なガラス基板12、14と、第1及び第2の基板12、14の間に封入された液晶層16とを備える。

【0028】第1の電極18が第1の基板12に設けられ、第2の電極20が第2の基板14に設けられる。第1の電極18及び第2の電極20は図1の紙面に垂直な方向に長く直線状に延びる。第2の電極20は第1の電極18とは、互いに重なる（又は相対する）ことなく、基板面と平行な方向にずらした位置に設けられている。

8

実施例では、第1の電極18がコモン電極であり、第2の電極20が画素電極である。

【0029】液晶層16の液晶は垂直配向されたものである。液晶の誘電率異方性が正である。さらに、配向膜22、24が第1及び第2の基板12、14にそれぞれ設けられる。配向膜22、24は垂直配向型の配向膜である。垂直配向膜22、24は、日本合成ゴム（株）製のポリイミド製垂直配向膜を用いることができる。液晶は、メルク社の正の誘電率異方性の液晶を用いることができる。液晶はフッ素系の液晶およびシアノ系の液晶の少なくとも一方を含むブレンド液晶からなる。

【0030】従って、図1(A)に示されるように、電圧を印加していないときには、液晶分子は基板面に対してほぼ垂直に配向する。図1(B)に示されるように、第1の電極18と第2の電極20との間に電圧が印加されると、矢印で示されるように第2の電極20から第1の電極18へ向かう電界が形成される。電界は基板面に対して斜めに形成されるけれども、第1の電極18と第2の電極20との間の距離は液晶層16の厚さに比べてかなり大きい。従って、第1の電極18と第2の電極20を含む平面の傾斜は比較的に小さく、基板面に対してほぼ平行と見なすことができる。従って、この液晶表示装置10は、横方向電界駆動型液晶表示装置の一種と考えることができる。なお、ここでは、基板面に対して斜めに形成される電界を斜め電界と呼ぶ。

【0031】電圧が印加されると、垂直に配向し且つ正の誘電率の異方性を有する液晶分子は斜め電界に平行になるように配向する。1画素内の多くの液晶分子は、図1(A)の状態から図1(B)へきわめてスムーズに移行し、斜め電界に平行になるように安定的に配向する。従って、図1(C)に示されるように、液晶表示装置10の1画素領域10aは明るい、ディスクリネーションのない表示を実現することができる。

【0032】図2は図1の液晶表示装置の比較例を示す図である。図2においては、第1の電極18a及び第2の電極20aが第2の基板14のみに設けられている。液晶層16は垂直配向型で且つ正の誘電率の異方性を有する液晶を含む。従って、電圧が印加されると、液晶分子は矢印で示されるように横電界に平行になるように配向する。しかし、2つの電極18a、20a間の中間部に位置する液晶分子は、右端部側の液晶分子の配向方向に従うのか左端部側の液晶分子の配向方向に従うのか不明確であり、液晶の配向が不安定になる。従って、図2(C)に示されるように、液晶表示装置の1画素領域10bの中央部にディスクリネーションDが生じる。

【0033】また、図1の構成において、液晶分子が負の誘電率の異方性を有する場合には、液晶分子は電界に対して垂直に配向するようになる。これは例えば図2(B)の中間部に位置する液晶分子の配向に類似する。

この場合には、液晶分子はほとんど垂直配向していて、

(6)

9

明るい表示を実現することができない。図1の実施例においては、電圧印加状態においてディスクリネーションのない配向が実現される。ディスクリネーションが無いことにより弾性エネルギーの留まる部分がなくなり、しきい値電圧の低減も実現される。

【0034】図3は図1の構成の変化例を示す図である。図3(A)は電圧を印加していないときの液晶表示装置を示し、図3(B)は電圧を印加しているときの液晶表示装置を示し、図3(C)は電圧を印加しているときの1画素の表示を示している。図3において、液晶表示装置10は、第1及び第2の対向する透明なガラス基板12、14と、第1及び第2の基板12、14の間に封入された液晶層16とを備える。

【0035】第1の電極18が第1の基板12に設けられ、第2の電極20及び第3の電極26が第2の基板14に設けられる。第1の電極18、第2の電極20及び第3の電極26は図3の紙面に垂直な方向に長く直線状に延びる。第2の電極20は第1の電極18とは、互いに重なることなく、基板面と平行な方向にずらした位置に設けられている。第3の電極26は第1の電極18と重なる(あるいは相対する)位置に設けられる。図3においては、第1の電極18及び第3の電極26はコモン電極であり、第2の電極20は画素電極である。液晶層16の液晶は垂直配向されたものであり、且つ液晶の誘電率異方性が正である。さらに、垂直配向膜22、24が第1及び第2の基板12、14にそれぞれ設けられる。

【0036】従って、図3(A)に示されるように、電圧を印加していないときには、液晶分子は基板面に対してほぼ垂直に配向する。図3(B)に示されるように、第1の電極18と第2の電極20との間、及び第3の電極26と第2の電極20との間に電圧が印加されると、矢印で示されるように第2の電極20から第1の電極18及び第3の電極26へ向かう電界が形成される。

【0037】このように、斜め電界と横電界とを併用することにより、特に中間部に位置する液晶分子の配向が安定するようになり、図3(C)に示されるように、液晶表示装置10の1画素領域10aは明るい、ディスクリネーションのない表示を実現することができる。また、駆動電圧を低下することができるようになる。図4は図1の構成を詳細にした実施例を示す断面図である。第1の基板12はカラーフィルタ28及びブラックマトリクス30を有するカラーフィルタ基板である。カラーフィルタ28は赤色の画素28R、緑色の画素28G、及び青色の画素28Bを含む。第1の電極18はブラックマトリクス30の紙面に垂直な方向に長く直線状に延びる部分によって構成される。

【0038】ブラックマトリクス30はクロム等の金属により第1の基板12に接して形成されている。カラーフィルタ28はブラックマトリクス30の上に形成され

10

るが、電圧を液晶に対して印加しやすくするために、カラーフィルタ28は第1の電極18に相当するブラックマトリクス30の部分においてスリットがあけられ、第1の電極18の上にはカラーフィルタ層が無いようになっている。配向膜22が上に突出しているように見える部分がカラーフィルタ28のスリットの部分である。

【0039】第2の基板14はTFT(図示せず)を形成したTFT基板である。TFT基板は格子状に延びるゲートライン(走査ライン)とデータラインとの交差部にTFTを形成したものである。TFTはゲートラインに接続されるゲート電極と、データラインに接続されるドレイン電極と、ソース電極とを含む。第2の電極20はソース電極とともにソース電極を延長して形成されたものである。図4には、データライン32も見えている。データライン32は第1の電極18の下方にあり、第2の電極20は2つの第1の電極18の中間にある。このようにして、第1の電極18がコモン電極であり、第2の電極20が画素電極になる。

【0040】図5は図4の実施例の変形例を示す図である。この例では、ITOのベタ電極34がカラーフィルタ基板である第1の基板12に形成される。カラーフィルタ28はITOのベタ電極34の上に形成されている。図4の例と同様に、カラーフィルタ28にはスリットが形成されて第1の電極18を形成するITOの部分がスリットから露出している。カラーフィルタ28は1~2 $\mu$ mと比較的に厚いためにカラーフィルタ28で覆われているITOのベタ電極34の部分は液晶を駆動するのには寄与しない。また、図4及び図5の構成は静電気対策としても十分に働く。

【0041】図6及び図7は図4の実施例の応用例を示す。ゲートライン36とデータライン32との交差部にTFT38が形成されている。TFT38はゲート電極40と、ドレイン電極42と、ソース電極44とを含み、第2の電極20はソース電極44からゲートライン36と平行に画素の中間部まで延びる第1部分20bを経てデータライン32と平行に延びる。このように、第2の電極20は画素の中央に配置されている。

【0042】第1の電極18はブラックマトリクス30によって形成されたものであって、TFT38を覆い、且つデータライン32の上方にデータライン32よりも幅広く延びている。第1の電極18はマージンmをもってデータライン32に重なっており、これによってデータライン32から発生する電界の影響を防止するようになっている。つまり、第1の電極18とデータライン32との間で形成される電界により液晶の配向の乱れる領域ができるが、第1の電極18で遮蔽されているので表示は影響されない。カラーフィルタ28は省略されている。

【0043】図8及び図9は図6及び図7の実施例の変形例を示す。この例においては、第2の電極20はソー



(7)

11

ス電極44からゲートライン36と平行に画素の中間部まで延びる第1部分20bを経てデータライン32と平行に延び、さらにゲートライン36と重なって延びる第2部分20cを有する。このようにして、第2の電極20は前の実施例と同様に作用するとともに、液晶に対する補助容量を提供するCs-on-Gate構造を形成する。

【0044】図10及び図11は図8及び図9の実施例の変形例で、画素分割数を増やした例を示す図である。この例では、第2の電極20はソース電極44からゲートライン36と平行に画素の中間部まで延びる第1部分20bからデータライン32と平行に2本延びている。さらに、第1の電極18は2本の第2の電極20の両外側にあるとともに、第1の電極18が2本の第2の電極20の中間に追加される。このようにして、第2の電極20から第1の電極18へ向かう電界がより短いピッチで複数形成される。画素を4分割以上にすることも可能である。

【0045】図12及び図13は図10及び図11の実施例の変形例で、ゲートラインを伸ばしてその先端にTFTを形成した例を示す図である。ゲートライン36はデータライン32に沿って図面で下方に伸ばされた延長部分36aを有し、データライン32は絶縁層46を介してゲートライン36の延長部分36a上に形成される。TFT38はゲートライン36の下方延長部分36aの先端に形成されている。

【0046】さらに、第2の電極20は図面で上方に位置するTFT38に接続されるようになっている。すなわち、第2の電極20は上方に位置するTFT38のソース電極から少し下方に延びる第3部分20dを有し、それから右に曲がってゲートライン36に沿って延びる第1部分20bとなり、それから前の例と同様に2条になって下方に延びる。第2の電極20のゲートライン36に沿って延びる第1部分20bは、ゲートライン36と重なって形成される。従って、前の例では第1部分20bはゲートライン36よりも画素の内側に延びていたもので、開口率を低下させていたが、この実施例では開口率が高くなる。また、第1部分20b及び第2部分20cはゲートライン36と重なって補助容量を形成する。

【0047】図14及び図15は図6及び図7の実施例の変形例で、斜め電界および横電界を併用する例を示す図である。第1の電極18及び第2の電極20はほぼ図6及び図7の実施例と同様に形成される。図3に示されたのと同様の第3の電極26が四角の枠状に形成されている。第3の電極26はゲートライン36と同じ層に形成される。第3の電極26は第1の電極18と同電位にされる。このように、TFT基板側に第2の電極20及び第3の電極26を設けた場合には構造が複雑になり開口率も下がるという問題はあるが、データラインからの電界を遮蔽する働きが大きい。また、第2の電極20の第1部分20b及び第2部分20cと第3の電極26と

12

の重なる部分とが補助容量を形成する。なお、これらの電極の重なる部分には絶縁層が介在されることは言うまでもない。

【0048】図16及び図17は図14及び図15の実施例の変形例で、第3の電極26を画素中央に追加した例を示す図である。この場合、第2の電極20は2条あり、第1の電極18及び第3の電極26は3条ある。このように、画素が分割して駆動される。第3の電極26は枠状になっている。コモン電極である第1の電極18及び／又は第3の電極26はデータライン32あるいはゲートライン36からの横電界の影響を最低限にするため画素を取り囲むように形成しておくことが望ましい。例えば図6から図17の実施例ではこのことを念頭においた設計となっている。

【0049】以上の実施例では、逆スタagger型のTFTを想定したためにゲートが最下層になっているが、トップゲート型を用いれば(Csはソース電極とゲート電極との間に形成される)Cs-on-Gate構造のゲートをデータラインの上に形成することが可能であり、より好ましい。この場合、データライン32をゲートライン36の下方延長部分36aで覆うことが出来るので、データ電極による横電界の悪影響を防止することが可能である。

【0050】この様子を図22及び図23に示す。この実施例は(下方延長部分36aを有する)ゲートライン36とドレインライン32とを上下逆にすれば図12及び図13の実施例とほぼ同様である。ここで、第1の電極18と第2の電極20との間の距離は6 $\mu$ mから20 $\mu$ mの範囲にした。これにより電極間に15V以下の電圧を印加するのみで液晶を駆動することが出来た。セル厚が厚いほど駆動電圧が低くなることを確認している。セル厚としては3 $\mu$ mから6 $\mu$ mの範囲に設定した。そして、パネルの $\Delta n d$ としては、0.5 $\mu$ m $\pm$ 0.2 $\mu$ mの時に良好な白表示の輝度を得ることが出来た。さらに、垂直配向性の液晶を含む液晶表示装置であるので、屈折率の異方性が負の一軸性の光学フィルムを重ね合わせる構成が視角の向上に有効であった。例えば、液晶パネル部分においてセル厚をd、液晶の屈折率の異方性を $\Delta n$ とする。フィルムの厚さをd2、屈折率の異方性を $\Delta n2$ として、 $\Delta n \times d$ と $\Delta n2 \times d2$ とをほぼ同一になるように構成した。

【0051】図18及び図19はTFT基板のゲート電極を表示用のコモン電極として用いる実施例を示す図である。この場合、横電界で駆動する開口率の高い液晶表示装置を実現することができる。上記した実施例の第1の基板12の第1の電極18はなく、第2の基板14の第2の電極20及び第3の電極26により横電界を形成するようにする。第2の電極20はTFT38のソース電極44に接続されたものであり、第3の電極26はゲートライン36に接続されたものである。図12及び図13の実施例と同様に、ゲートライン36はデータライ

(8)

13

ン32に沿って延びる下方延長部分36aを含む。ゲートライン36はさらに画素の中央部分に位置する第2の下方延長部分36bを含む。これらの下方延長部分36a、36bが第3の電極26となる。

【0052】図18及び図19に示されるように、横電界を用いた駆動において、開口率を向上させるため、ゲートライン36と第2の電極20の第1部分20b及び20cとの重なりを補助容量として用いることも可能である。ここでは、ゲートライン36に接続された第3の電極26は非選択期間中はコモン電位とし、この電極と第2の電極20との間に電界を形成して液晶を駆動する。これにより、より開口率の向上した横電界型のLCDを構成することが可能である。また、データライン上に伸ばした下方延長部分36aの先端の形状として、TFT38形成用のくびれ(図中Aで示した部分)とは別に、液晶に均一な電界を印加するために別途下方延長部分36aの先端を伸ばす(図中Bで示した部分)構成とした。

【0053】図20及び図21は図18及び図19の実施例の変形例を示す図である。この例においては、ゲートライン36はデータライン32に沿って延びる下方延長部分36a(ゲート電極40)及び上方延長部分36cを含む。TFT38は下方延長部分36aに設けられ、上方延長部分36cは第3の電極26となる。さらに、ゲートライン36は画素の中央に延びる中央延長部分36dを有し、中央延長部分36dも第3の電極26となる。この場合には、上方延長部分36cはデータライン32に平行にデータライン32の際に伸ばす。そして、中央延長部分36dの上下部分は第2の電極20の第1部分20b及び第2部分20cとそれぞれ重なって補助容量を形成するようにする。

【0054】図18から図21の実施例において、第1の基板12の第1の電極18はないが、第3の電極20に対応する第1の基板12の位置に第1の電極18を設けることができることは言うまでもない。図24は、ゲートライン36の延長部分36c、36dをコモンとして用いる場合の駆動波形例を示す。TFT38の駆動の関係から、ゲートのOFF電圧としてマイナス5V程度を印加することが必要である。これをコモンとして用いる訳であるので、データ電圧もこのマイナス5Vを中心に振ることが必要である。ドライバの駆動電圧の基準として-10Vを入れてこの構成を実現した。データ自体は例えば3Vまでのロジックとして入ってくるので調整が必要ではある。

【0055】図25及び図26は斜め電界を印加する他の実施例を示す。この例においては、第1の電極58と第2の電極20との間で斜め電界を形成するようになっている。第1の電極58は例えば図1の第1の電極18と同様の作用を行うものである。ただし、第1の電極58及び第2の電極20がともに第2の基板14に位置さ

14

れている。

【0056】第1の電極58は第2の基板14の基板面に接して配置されている。第2の電極20は第2の基板14の基板面から離れて配置されている。具体的には、第2の電極20は窒化シリコンの層50及びアモルファスシリコンの層52の上に形成されている。すなわち、TFT38を形成する際に、窒化シリコンの層50及びアモルファスシリコンの層52の上にソース電極の層を設けるが、第2の電極20をソース電極の層とともに窒化シリコンの層50及びアモルファスシリコンの層52の上に設けるのである。

【0057】従って、第1の電極58と第2の電極20とは高さが異なるので斜め電界を形成することができる。この斜め電界を活用することによりディスクリネーションの無い配向を実現することが出来る。ここで、斜め電界を形成する第1及び第2の電極の層のずれとして0.3  $\mu\text{m}$ 以上、望ましくは0.6  $\mu\text{m}$ 以上の時に特にディスクリネーションの少ない表示を実現することが出来た。即ち、窒化シリコンの層50及びアモルファスシリコンの層52の厚さを0.3  $\mu\text{m}$ 以上とすることで良好な表示を実現することが出来た。

【0058】第1の電極58と第2の電極20の高さの差を付けるには窒化シリコンの層50及びアモルファスシリコンの層52の他に特別な層を設けることも可能である。例えば紫外線硬化樹脂を塗布し、この上に電極を形成してソース電極と接続し、ソース電極の位置をより硝子基板から離すことも可能である。この場合、第2の電極20とゲートラインの層にある第1の電極58との間の電界がより斜めになる。

【0059】上の例では逆スタッガーについて説明したがスタッガー型であっても同様の構成を実現することが可能である。この場合にはコモンの層となるゲートが最も基板から離れた位置になり、図25及び図26の第2の電極がコモン電極である第1の電極に、第2の電極が画素電極になる。また、SiNとa-Siの位置関係が逆になるかあるいはSiN、a-Siの重なりの上に更にSiNがある構成になる。この場合にはSiN層が2層あるためさらに電極同士の高さの差が大きくなる可能性がある。

【0060】図27は本発明のさらに他の実施例による液晶表示装置を説明するために各電極が一画素内で平行な複数の電極要素からなる例を示す図である。図27は一画素内の電極構成を液晶表示装置の一方の基板の上方から見た図である。第1の電極70は櫛歯状に形成され、平行な複数の電極要素72を有する。第2の電極74は櫛歯状に形成され、平行な複数の電極要素76を有する。第1の電極70の電極要素72と第2の電極74の電極要素76とは互いに平行に交互に形成されている。

【0061】図28は斜め電界方式の液晶表示装置の電圧無印加時の状態を示す図、図29は図28の液晶表示

(9)

15

装置の電圧印加時の状態を示す図である。図28及び図29において、液晶表示装置10は、第1及び第2の基板12、14と、液晶層16とを含む。さらに、第1の基板12は第1の電極要素72を有し、第2の基板14は第2の電極要素76を有する。第1の電極要素72と第2の電極要素76とは図27に示されるように基板面と平行な方向で互いにずらして配置されている。

【0062】第1の電極要素72を有する第1の電極70は図6から図26に示されるコモン電極18と同様にして第1の基板(カラーフィルタ基板)12に形成されることができ、第2の電極要素76を有する第2の電極74は図6から図26に示される画素電極20と同様にしてアクティブマトリクス(TFT)38に接続されることができ、

【0063】液晶層16は正の誘電異方性を有する液晶を含み、第1及び第2の基板12、14には垂直配向膜(図示せず)が設けられる。従って、電圧無印加時には液晶分子は基板面に垂直に配向しており(図28)、電圧無印加時には液晶分子は斜め電界に沿って配向している(図29)。この作用は、前の実施例と同様である。

【0064】図30は斜め電界方式の他の液晶表示装置の電圧無印加時の状態を示す図である。この場合にも、第1の基板12は第1の電極要素72を有し、第2の基板14は第2の電極要素76を有する。第1の電極要素72と第2の電極要素76とは図27に示されるように基板面と平行な方向に互いにずらして互いに平行に配置されている。図30においては、液晶層16は正の誘電率異方性を有する液晶を含み、第1及び第2の基板12、14には水平配向膜(図示せず)が設けられる。従って、電圧無印加時には液晶分子は基板面にほぼ平行に配向する。電圧無印加時には液晶分子は斜め電界に沿って配向する。これから説明する実施例は、図28の垂直配向型の液晶表示装置及び図30の水平配向型液晶表示装置のいずれにも適用される。

【0065】図27に示されるような電極構成においては、第1の基板12と第2の基板14とを貼り合わせる時に位置ずれが生じると、第1の基板12の第1の電極要素72と第2の基板14の第2の電極要素76との間の間隙(電極間隙)が変化し、液晶表示装置の使用時に電圧一透過率特性が変化する。図31は斜め電界方式の液晶表示装置で液晶が電圧無印加時に基板に対して垂直に配向している場合の電圧一透過率特性の例を示す図である。曲線Pは電極間隙が15 $\mu\text{m}$ の場合、曲線Qは電極間隙が10 $\mu\text{m}$ の場合、曲線Rは電極間隙が6 $\mu\text{m}$ の場合の、電圧一透過率特性を示す。図31から分かるように、電圧一透過率特性は電極間隙の影響を大きく受ける。従って、液晶表示装置の組み立てにおいては第1の基板12と第2の基板14とを貼り合わせる時に位置ずれが生じないように細心の注意を払う必要があり、製造マージンが非常に小さい。

16

【0066】曲線Sは上記の3つの曲線を平均化した場合の電圧一透過率特性を示す図である。曲線Sは画素内に複数の電極間隙が混在する場合を示している。この場合、曲線Sに示されるように電圧一透過率特性はなだらかになり、電圧変動による透過率変化が少なくなる。また、第1及び第2の基板12、14の貼り合わせずれが生じた場合、電圧一透過率特性が低電圧側にシフトする領域と高電圧側にシフトする領域が生じ、画素全体の変化が電極間隙が1様のときより小さくなる。以上の理由により、貼り合わせずれ、あるいは製造時における電極幅の変動による電圧一透過率特性の変化を抑えることが可能になる。

【0067】図32は斜め電界方式の液晶表示装置で第1及び第2の基板の貼り合わせずれがある場合の電圧一透過率特性を示す図である。曲線Hは貼り合わせずれが3.9 $\mu\text{m}$ の場合、曲線Iは貼り合わせずれが1.8 $\mu\text{m}$ の場合、曲線Jは貼り合わせずれが5.8 $\mu\text{m}$ の場合、曲線Kは貼り合わせずれが0.4 $\mu\text{m}$ の場合の、電圧一透過率特性を示す。貼り合わせずれによって、異なる2つの電極間隙が生じ、電圧一透過率特性が2段の階段状になり、かつあわせずれの程度が液晶パネルによって異なるため、電圧一透過率特性が液晶パネルによって異なる。

【0068】従って、第1の電極70及び第2の電極74は画素内において平行な複数の電極要素74、76からなり、第1及び第2の電極の電極要素74、76の電極幅と電極間隙の少なくとも一方が非一様であるようにすることにより、位置ずれが生じても電圧一透過率特性の変化が少ないようにすることができる。図33から図44は電極幅と電極間隙の少なくとも一方が非一様であるようにした例を示す図である。いずれの場合にも、セル厚は4 $\mu\text{m}$ 、液晶材料の $\Delta\epsilon$ は14.8であった。

【0069】図33は電極幅を一定にしたまま、電極間隙を変えた電極要素74、76の例を示す図である。平行で直線状の電極要素74、76の電極幅は4 $\mu\text{m}$ で一定である。例において、斜め電界を形成する2つの電極要素74、76間の電極間隙(光が透過する部分)は、12 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、8 $\mu\text{m}$ 、12 $\mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m}$ 、8 $\mu\text{m}$ であった。図34はこのときの電圧一透過率特性を示す。複数の異なった電極間隙が混在し、画素内にそれぞれの電極間隙に対応した電圧一透過率特性が現れ、全体ではそれらの和となる。

【0070】図35は電極間隙を一定(10 $\mu\text{m}$ )にしたまま、電極幅を8 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ と変えている。電極要素72、76は直線状に平行に配置し、電極幅を複数変化させている。そのため、画素内にそれぞれの電極幅に対応した電圧一透過率特性が現れ、全体ではそれらの和となる。図36はこのときの電圧一透過率特性を示す。

【0071】図37はTFT基板側の電極要素76は一

(10)

17

定の幅及びピッチで配置し、カラーフィルタ基板側の電極要素72を台形状の形状にして電極間隙を変化させている。台形状の電極要素72の電極幅は、広い部位で12 $\mu$ m、狭い部位で4 $\mu$ mであった。電極間隙は電極要素72の電極幅の広い部位で8 $\mu$ m、狭い部位で12 $\mu$ mであった。電極間隙は電極要素72の長手方向に連続的に変化する。図38はこのときの電圧-透過率特性を示す。

【0072】図39はカラーフィルタ基板側の電極要素72は一定の幅及びピッチで配置し、TFT基板側の電極要素76を台形状の形状にして電極間隙を変化させている。寸法関係は図37の例を逆にしたのと同様である。図40はこのときの電圧-透過率特性を示す。図37及び図39において、電極要素を台形状の形状にしているため、無数の異なる電極間隙があり、それらに対応した無数の異なる電圧-透過率特性が現れ、全体ではそれらの和となる。

【0073】図41は電極要素72、76を階段状の形状にして電極間隙を変化させている。このとき、電極間隙を細かく変化させるため、階段の段差をTFT基板側の電極要素76とカラーフィルタ基板側の電極要素72でずらしている。図37及び図39の電極間隙が連続的に変化するのに対して、図41の電極間隙は図37及び図39の電極間隙の変化の割合と同じ変化の割合で離散的に変化する。電極間隙をできるだけ細かく変化させるために、第1及び第2の基板のそれぞれの電極要素の段をずらしている。図42はこのときの電圧-透過率特性を示す。

【0074】図43はTFT基板側の電極要素76とカラーフィルタ基板側の電極要素72を交差させることで電極間隙を変化させている。カラーフィルタ基板側の電極要素72はバスライン（例えば図6のバスライン32）と平行であるのに対して、TFT基板側の電極要素76は同じバスラインに対して30度の角度で形成されている。TFT基板側の電極要素76は16 $\mu$ mのピッチで配置されている。こうして、無数の異なる電極間隙を作っている。図44はこのときの電圧-透過率特性を示す。また、TFT基板側の電極要素76をバスラインと平行にし、カラーフィルタ基板側の電極要素72をバスラインに対して角度（例えば30度）をつけて配置してもよい。

【0075】図33から図43のいずれの場合も、第1及び第2の基板12、14の貼り合わせずれに対し、電極間隙の変化が一面素内である程度相殺される構造になっている。また、図33から図43のように一面素内で電極間隙に変化をもたせると、一面素内に複数の電圧-透過率特性をもつようになり、一面素全体の電圧-透過率特性は、複数の電圧-透過率特性の和になる。その結果、透過率の電圧に対する挙動が緩やかになり、電極間隙の変化に対し、電圧-透過率特性の変化が小さくな

18

る。

【0076】従来方式の斜め電界方式の液晶表示装置では、図32を参照して説明したように、第1及び第2の基板の貼り合わせずれによって、異なる2つの電極間隙が生じ、電圧-透過率特性が2段の階段状になり、かつあわせずれの程度が液晶パネルによって異なるため、電圧-透過率特性が液晶パネルによって異なった。図41のように階段状の電極要素72、76を有する斜め電界方式の15型XGAの液晶表示装置では、第1及び第2の基板の貼り合わせずれによる電圧-透過率特性の変化がなく、液晶パネルによる電圧-透過率特性の違いはみられなかった。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、開口率が高くて明るく、視角特性の良好な液晶表示装置を実現することが可能である。また、電圧-透過率特性の変化の小さい液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成を示す図である。

【図2】図1の液晶表示装置の比較例を示す図である。

【図3】図1の構成の変化例を示す図である。

【図4】図1の構成を詳細にした実施例を示す断面図である。

【図5】図4の実施例の変化例を示す断面図である。

【図6】図4の実施例の応用例を示す平面図である。

【図7】図6の線VII-VIIに沿った断面図である。

【図8】図6の実施例の変形例で、補助容量を形成した例を示す図である。

【図9】図8の線IX-IXに沿った断面図である。

【図10】図8の実施例の変形例で、画素分割数を増やした例を示す図である。

【図11】図10の線XI-XIに沿った断面図である。

【図12】図10の実施例の変形例で、ゲートラインを伸ばしてその先端にTFTを形成した例を示す図である。

【図13】図12の線XIII-XIIIに沿った断面図である。

【図14】図6の実施例の変形例で、斜め電界および横電界を併用する例を示す図である。

【図15】図14の線XV-XVに沿った断面図である。

【図16】図14の実施例の変形例で、対向基板のコモン電極を画素中央に追加した例を示す図である。

【図17】図16の線XVII-XVIIに沿った断面図である。

【図18】TFT基板のゲート電極を表示用の電極として用いる実施例を示す図である。

【図19】図18の線XIX-XIXに沿った断面図である。

【図20】図18の実施例の変形例を示す図である。

【図21】図20の線XXI-XXIに沿った断面図である。

(11)

19

る。

【図22】トップゲート方式で構成したTFTを含む実施例を示す図である。

【図23】図22の線XXIII-XXIIIに沿った断面図である。

【図24】ゲート電極を共通として用いる場合の駆動波形の例を示す図である。

【図25】斜め電界を印加する他の実施例を示す図である。

【図26】図25の線XXVI-XXVIに沿った断面図である。

【図27】本発明のさらに他の実施例を説明するために各電極が一面素内で平行な複数の電極要素からなる例を示す図である。

【図28】斜め電界方式の液晶表示装置の電圧無印加時の状態を示す図である。

【図29】図28の液晶表示装置の電圧印加時の状態を示す図である。

【図30】斜め電界方式の他の液晶表示装置の電圧無印加時の状態を示す図である。

【図31】斜め電界方式の液晶表示装置で液晶が電圧無印加時に基板に対して垂直に配向している場合の電圧-透過率特性の例を示す図である。

【図32】斜め電界方式の液晶表示装置で第1及び第2の基板の貼り合わせずれがある場合の電圧-透過率特性を示す図である。

【図33】電極幅を一定にしたまま、電極間隙を変えた電極要素の例を示す図である。

【図34】図33の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

【図35】電極間隙を一定にしたまま、電極幅を変えた電極要素の例を示す図である。

【図36】図35の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

【図37】カラーフィルタ側の電極要素は一定で、TFT側の電極要素を台形状の形状にして電極間隙を変化さ

20

せた電極要素の例を示す図である。

【図38】図37の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

【図39】カラーフィルタ側の電極要素を台形状の形状にし、TFT側の電極要素は一定にして電極間隙を変化させた電極要素の例を示す図である。

【図40】図39の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

【図41】電極要素を階段状の形状にして電極間隙を変化させた電極要素の例を示す図である。

【図42】図41の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

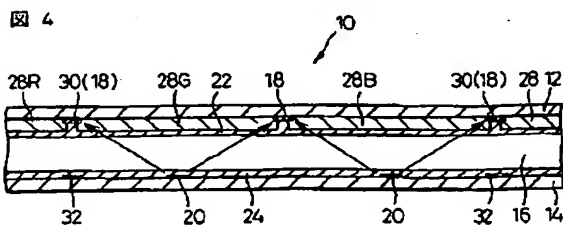
【図43】TFT側の電極要素とカラーフィルタ側の電極要素を交差させることで電極間隙を変化させた電極要素の例を示す図である。

【図44】図43の電極要素を使用した場合の電圧-透過率特性を示す図である。

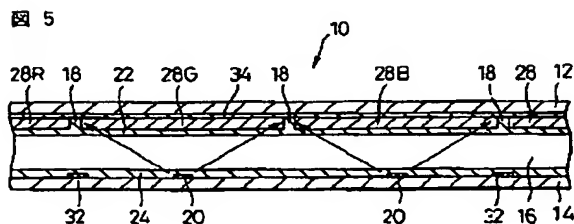
【符号の説明】

- 10…液晶表示装置
- 12…第1の基板
- 14…第2の基板
- 16…液晶層
- 18…第1の電極
- 20…第2の電極
- 22、24…配向膜
- 26…第3の電極
- 28…カラーフィルタ
- 30…ブラックマトリクス
- 32…データライン
- 34…ベタ電極
- 36…ゲートライン
- 38…TFT
- 58…第1の電極
- 72…第1の電極要素
- 76…第2の電極要素

【図4】



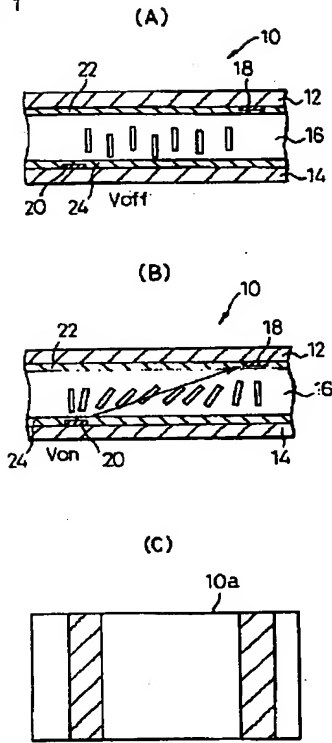
【図5】



(12)

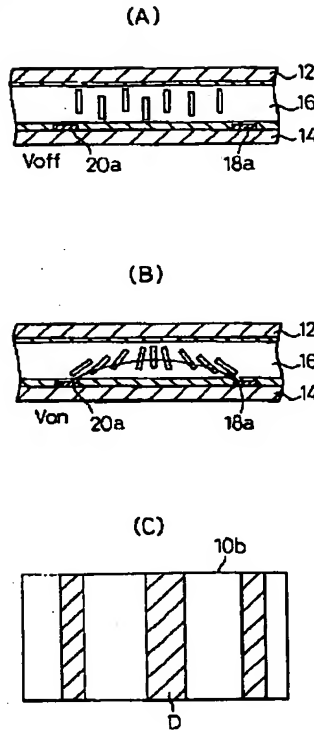
【図1】

図 1



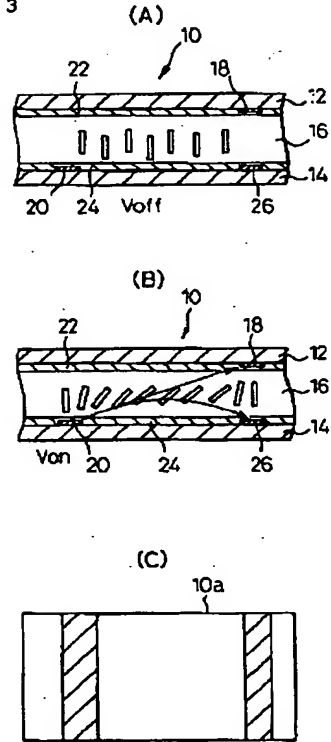
【図2】

図 2



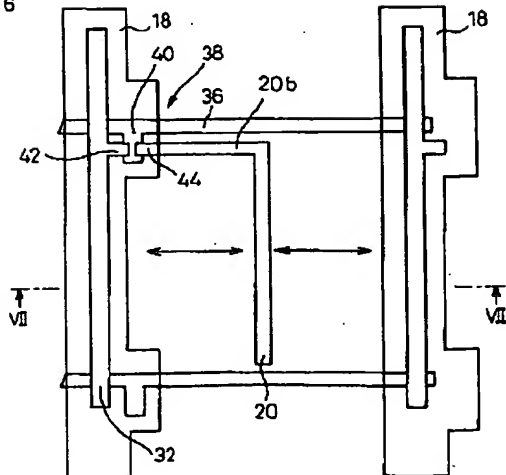
【図3】

図 3



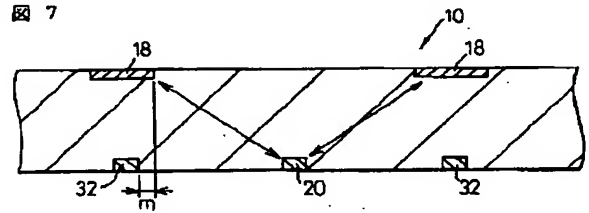
【図6】

図 6



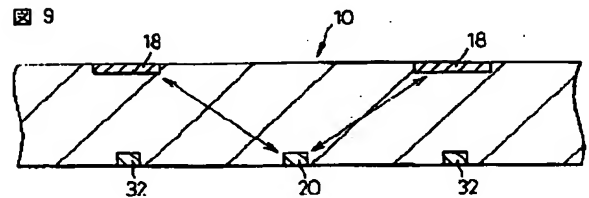
【図7】

図 7



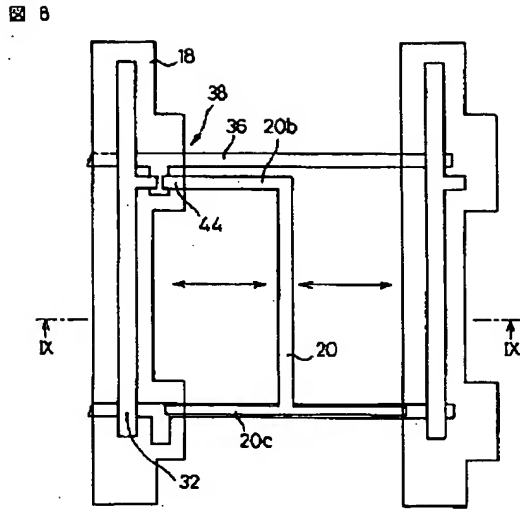
【図9】

図 9

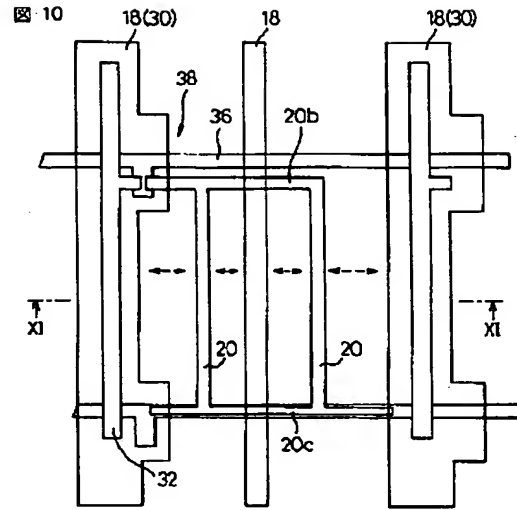


(13)

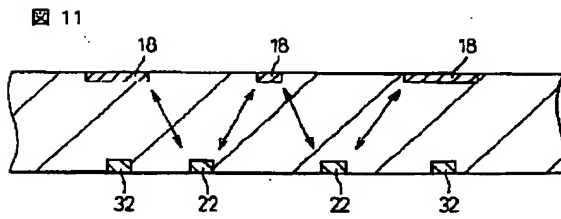
【図8】



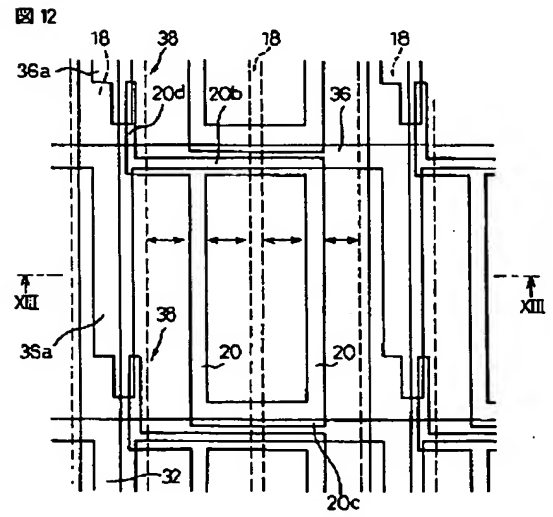
【図10】



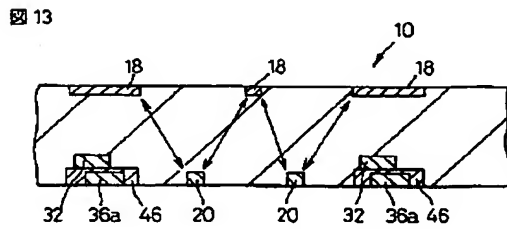
【図11】



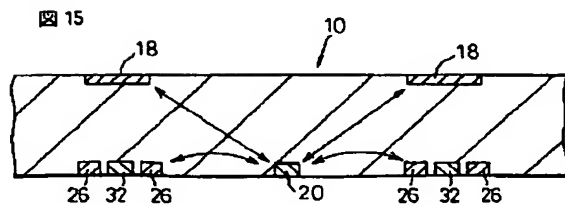
【図12】



【図13】

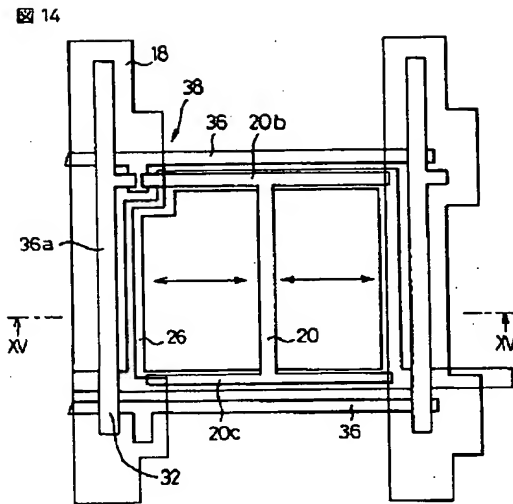


【図15】

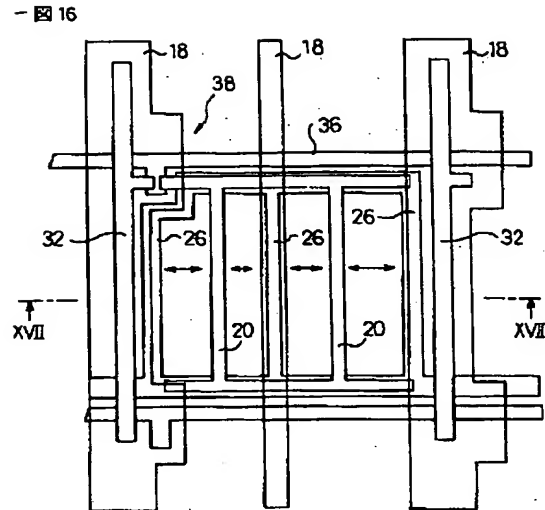


(14)

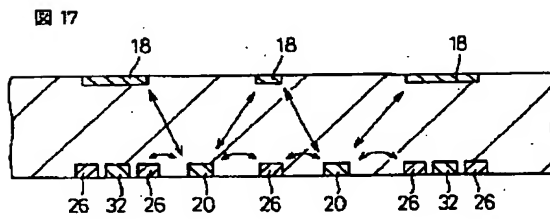
【図14】



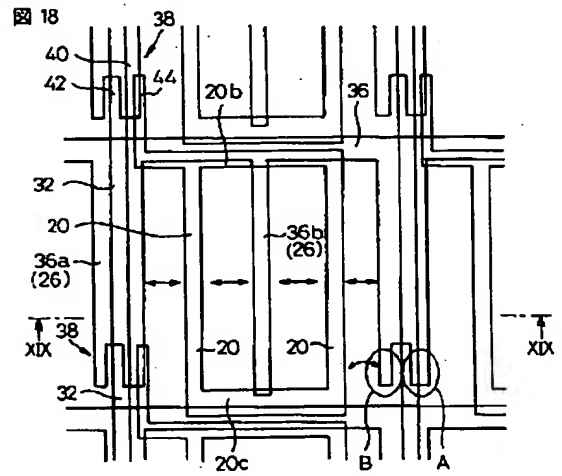
【図16】



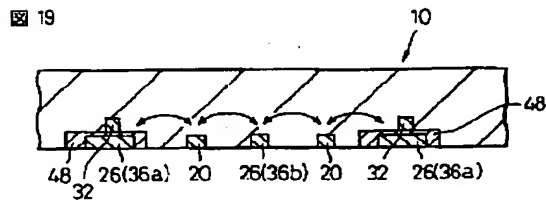
【図17】



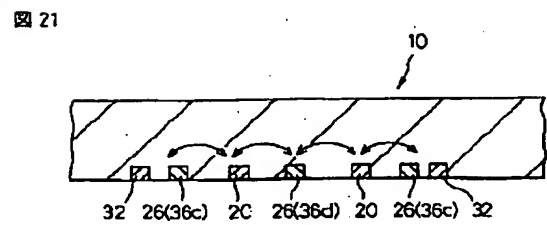
【図18】



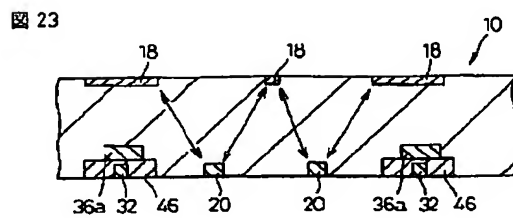
【図19】



【図21】



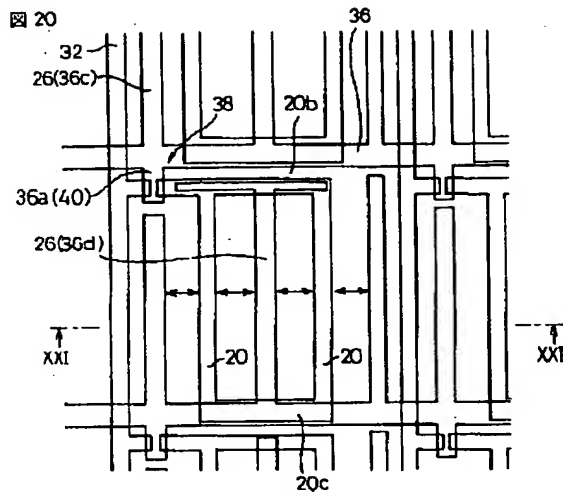
【図23】



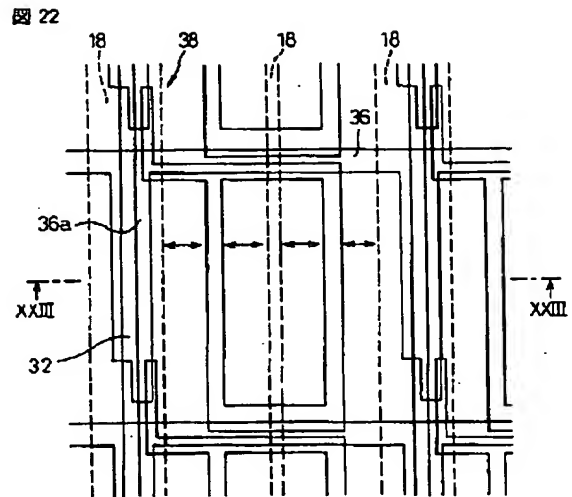


(15)

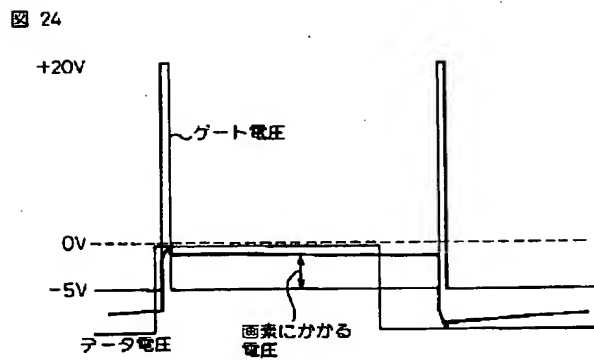
【図20】



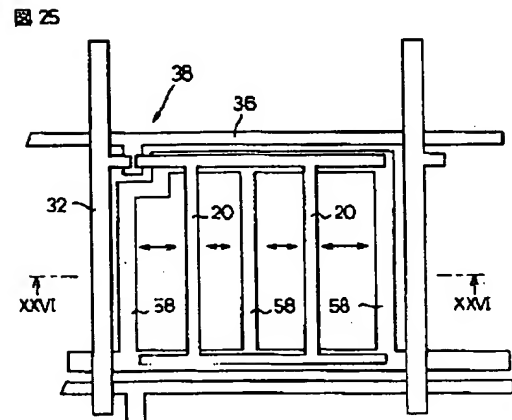
【図22】



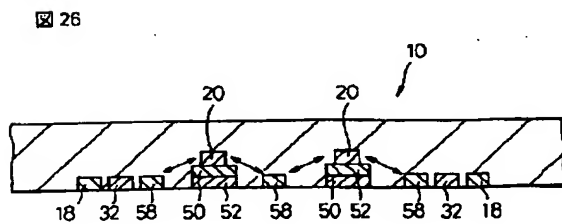
【図24】



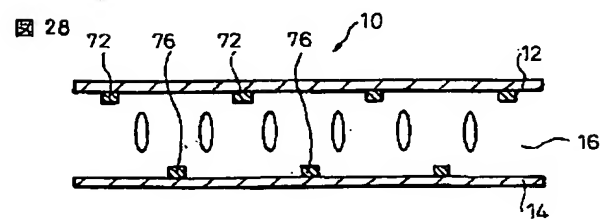
【図25】



【図26】



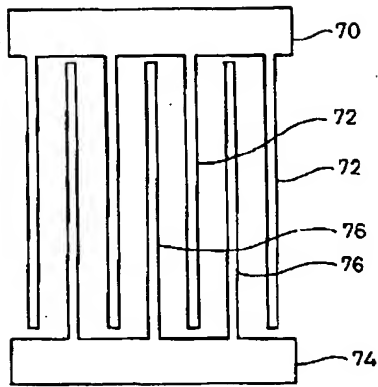
【図28】



(16)

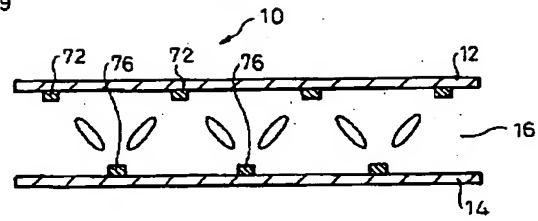
【図27】

図 27



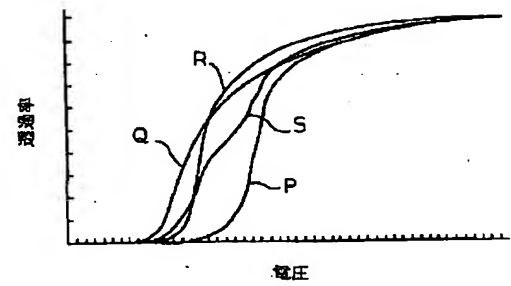
【図29】

図 29



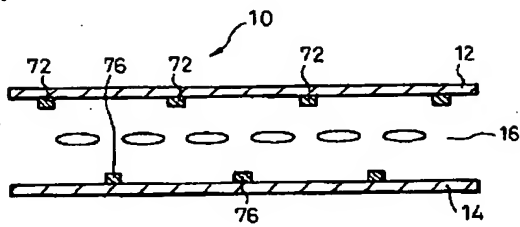
【図31】

図 31



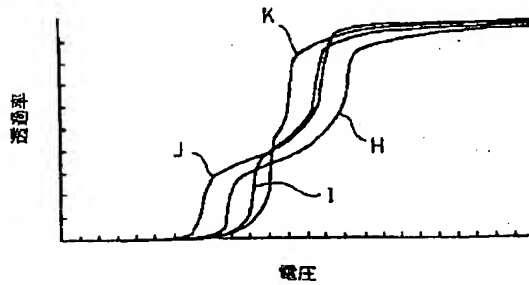
【図30】

図 30



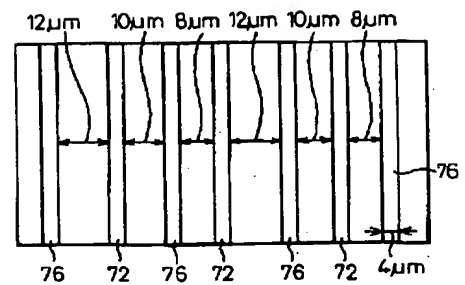
【図32】

図 32



【図33】

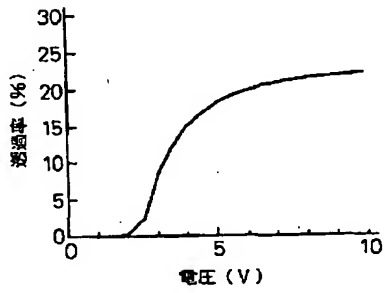
図 33



(17)

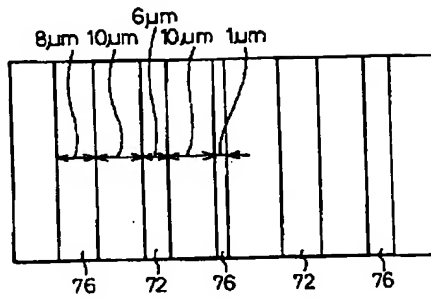
【図34】

図34



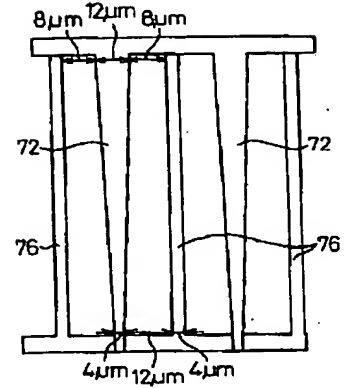
【図35】

図35



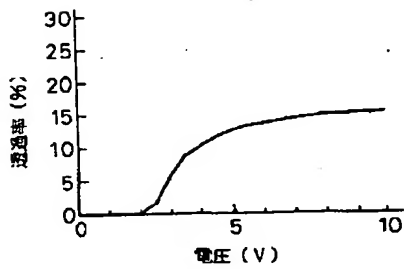
【図37】

図37



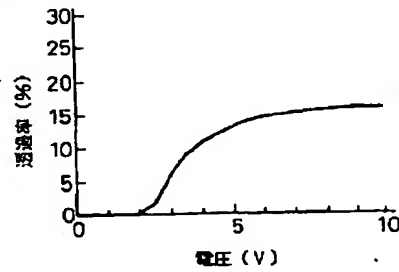
【図36】

図36



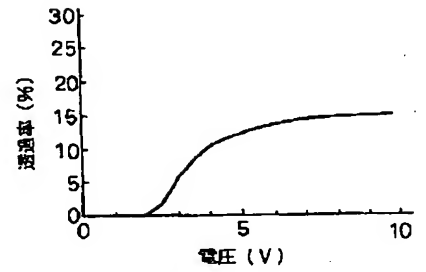
【図38】

図38



【図42】

図42



【図39】

図39

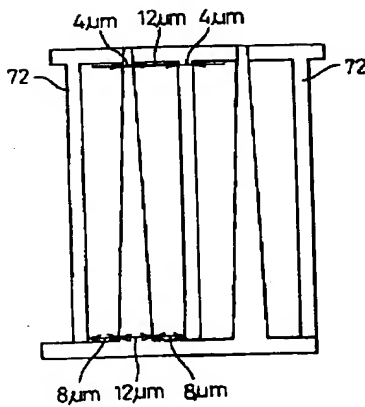
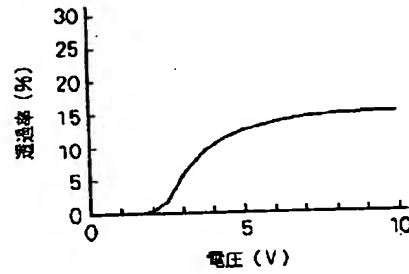
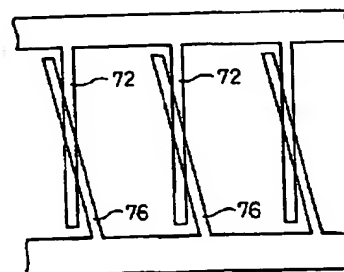


図40



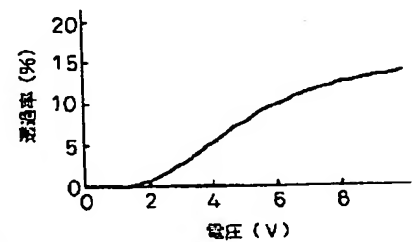
【図43】

図43



【図44】

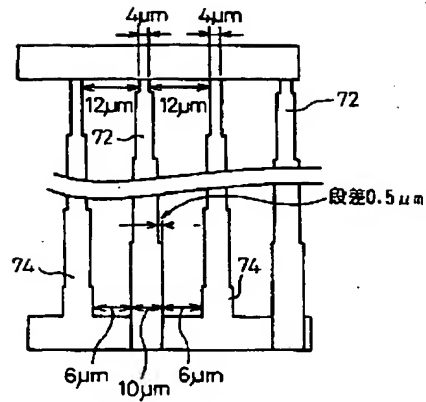
図44



(18)

【図41】

図41



フロントページの続き

(72)発明者 笹林 貴  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 田坂 泰俊  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**